

**“EVALUACIÓN DE NPK EN LA CALIDAD DE LA PELLA DE
COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*)”**

FERNANDA JACQUELINE PUCA MORALES

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



AMBATO - ECUADOR

2012

La suscrita FERNANDA JACQUELINE PUCA MORALES, portadora de cédula de identidad número: 1804155917, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE NPK EN LA CALIDAD DE LA PELLA DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*)” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

FERNANDA JACQUELINE PUCA MORALES

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

FERNANDA JACQUELINE PUCA MORALES

Fecha:

**“EVALUACIÓN DE NPK EN LA CALIDAD DE LA PELLA DE COLIFLOR
(*Brassica oleracea var. Botrytis*)”**

REVISADO POR:

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Rodríguez A.
TUTOR

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Fecha

Ing. Agr. M.Sc. Julio Benítez R.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mg. Octavio Beltrán V.

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.

DEDICATORIA

Tú eres mi roca y mi fortaleza,
tu amor lo tengo ante mis ojos
y tu bondad guía mi camino

A mi Dios por haberme dado la vida e iluminado mi ser, por brindarme el maravilloso milagro de tener una familia y por haber sido mi pilar y fortaleza para llegar a cumplir mis más anheladas metas.

A mis padres María Marlene y Manuel, por ser mi apoyo incondicional, por su amor y sacrificio entregado con la más hermosa abnegación, por todo lo que me han dado benditos sean.

A mis hermanos Nancy, Anita, Cristian y María Soledad por su cariño y por el apoyo que me han brindado durante toda mi vida.

A todas las personas que han confiado en mí, para ustedes éste mi trabajo.

AGRADECIMIENTOS

La gratitud es la manera más hermosa de demostrar un sentimiento el cual brota dentro de mí ser; por ello es importante agradecer a todas las personas que me han ayudado para obtener este gran logro en mi vida.

A mi familia por su apoyo, por inculcarme sentimientos nobles y por la fortaleza que me dan para llegar a cumplir mis metas.

A la Universidad Técnica de Ambato por acogerme y educarme con cimientos fuertes, de manera especial a mi segundo hogar la Facultad de Ingeniería Agronómica.

Un muy especial agradecimiento al Ingeniero Agrónomo Mg. Sc. Fidel Rodríguez, Tutor de mi trabajo de graduación, que con su excelente dirección permitió la realización y conclusión del mismo.

Mi más sincero agradecimiento al Ingeniero Agrónomo Mg. Sc. Hernán Zurita Vásquez, por su apoyo, por las acertadas enseñanzas que supo brindarme en su momento, por la ayuda incondicional que me prestó y por su amistad.

Además agradezco al Ingeniero Agrónomo Giovanny Velástegui E. Mg. y al Licenciado Rafael Mera por las acertadas sugerencias en la consecución del presente trabajo.

A mis amigos, gracias de todo corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA	01
1.3. JUSTIFICACIÓN	02
1.4. OBJETIVOS	03
1.4.1. Objetivo general	04
1.4.2. Objetivos específicos	04
CAPÍTULO 2	05
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	05
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	05
2.2. MARCO CONCEPTUAL	05
2.2.1. Cultivo de coliflor (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Botrytis</i>)	05
2.2.1.1. Generalidades de la coliflor	05
2.2.1.2. Requerimientos del cultivo	06
2.2.1.3. Manejo del cultivo	08
2.2.1.4. Labores culturales	09
2.2.1.5. Cosecha	09
2.2.1.6. Manejo de plagas y enfermedades	09
2.2.2. Nutrientes	11
2.2.2.1. Macro nutrientes	11
2.2.3. Fuentes de nutrientes	15
2.2.3.1. Urea	15
2.2.3.2. Superfosfato triple	16
2.2.3.3. Nitrato de potasio	16
2.2.4. Calidad de la pella	17
2.2.4.1. Conceptos y generalidades	17
2.2.4.2. Características y categorías	17
2.2.4.3. Engrose de la pella	18
2.3. HIPÓTESIS	19
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	19
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	19

	Pág.
CAPÍTULO 3	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	21
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	21
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	23
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	23
3.6. TRATAMIENTOS	23
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	24
3.8. DATOS TOMADOS	25
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	27
CAPÍTULO 4	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	31
4.1.1. Diámetro polar de la pella	31
4.1.2. Diámetro ecuatorial de la pella	35
4.1.3. Compactación de la pella	38
4.1.4. Peso de la pella	39
4.1.5. Rendimiento	43
4.1.6. Porcentaje de pellas de primera, segunda y tercera categoría	47
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	51
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	54
CAPÍTULO 5	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1. CONCLUSIONES	55
5.2. RECOMENDACIONES	56
CAPÍTULO 6	58
PROPUESTA	58
6.1. TÍTULO	58
6.2. FUNDAMENTACIÓN	58
6.3. OBJETIVOS	59
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	59
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	60

	Pág.
BIBLIOGRAFÍA	63
APÉNDICE	67

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	24
CUADRO 3. DOSIS DE FUENTE DE FERTILIZANTE	29
CUADRO 4. DOSIS DE NUTRIENTE (NPK)	30
CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA	31
CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA	32
CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA	33
CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE A- PLICACIÓN, EN EL DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA	33
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATO- RIAL DE LA PELLA	35
CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	36
CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	36
CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	37
CUADRO 13. COMPACTACIÓN DE LA PELLA	39
CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE LA PELLA	40
CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL PESO DE LA PELLA	41
CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL PESO DE LA PELLA	41
CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE A- PLICACIÓN, EN EL PESO DE LA PELLA	42
CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO	44
CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL RENDIMIENTO	44

	Pág.
CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL RENDIMIENTO	45
CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL RENDIMIENTO	46
CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA	48
CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA	49
CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA	49
CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA CATEGORÍA	50
CUADRO 26. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	52
CUADRO 27. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	52
CUADRO 28. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	53
CUADRO 29. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS	53
CUADRO 30. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro polar de la pella	34
FIGURA 2. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro ecuatorial de la pella	38
FIGURA 3. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus peso de la pella	42
FIGURA 4. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento	46
FIGURA 5. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de pellas de primera categoría	51

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Izamba, sector La Merced ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: 1° 14' 0" latitud Sur y 78° 35' 0" longitud Oeste, a la altitud de 2 570 m.s.n.m., con el propósito de: determinar la dosis adecuada de nitrógeno NPK (90-45-150 kg/ha D1, 90-60-200 kg/ha D2 y 150-75-250 kg/ha D3) y la mejor frecuencia de aplicación (cada 10 días F1, cada 15 días F2 y cada 20 días F3) para mejorar la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), variedad Royal, a más de efectuar el análisis económico de los tratamientos.

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de 3x3+1, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron 10 (nueve que recibieron fertilización y un testigo que recibió aplicación del fertilizante 15-15-15 en dosis de 225 kg/ha aplicado a los 30 días del trasplante). Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos y factores en estudio y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor frecuencias de aplicación. El análisis económico se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al (1988).

La dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), produjo los mejores resultados, al obtenerse mayor diámetro polar (10,50 cm) y ecuatorial de la pella (15,43 cm), como mayor peso (0,93 kg), consecuentemente se obtuvieron los más altos rendimientos (28,28 t/ha); siendo las pellas en su mayor parte de primera categoría (43,75%).

Con respecto a frecuencias de aplicación, la aplicación de NPK con la frecuencia de cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, obteniéndose pellas de mayor diámetro polar (10,34 cm), como también de mayor diámetro ecuatorial (15,21 cm) y mejor peso (0,85 kg), por lo que se obtuvieron los más altos rendimientos (25,07 t/ha); siendo el mayor porcentaje de pellas de primera categoría (38,89%).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P_2O_5 , 250 de K_2O , frecuencia de Cada 20 días), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1 314,31%, siendo el tratamiento más rentable, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

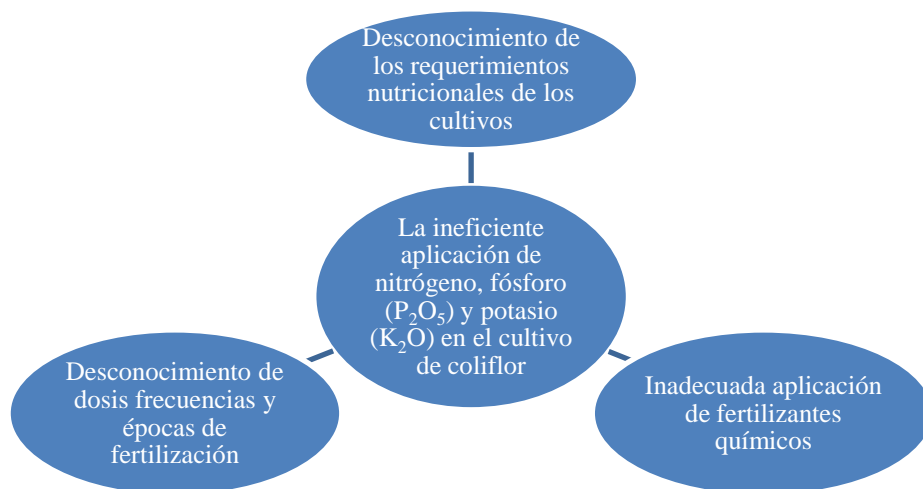
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ineficiente aplicación de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) incide en la calidad de la pella en el sector de La Merced, parroquia de Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Los abonos son indispensables para la nutrición de las plantas, estos contienen elementos nutricionales que van desde nutrientes primarios, secundarios a micro elementos que son requeridos para el desarrollo e incremento en el rendimiento de los cultivos mejorando de esta manera los ingresos económicos de los productores (Infoagro, 2010).

Los fertilizantes aplicados de forma ineficiente crean un impacto ambiental perjudicial, tanto para el suelo como en muchos de los casos a la planta o cultivo que se aplica, la necesidad radica en la obtención de productos más grandes pero en ciertas circunstancias esto no es así ya que tanto el cultivo como el suelo necesitan de una aplicación eficiente de nutrientes.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA



La coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) es una hortaliza cultivada en la serranía ecuatoriana especialmente en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y en

mayor escala Tungurahua especialmente en el sector de Izamba, siendo éste reconocido por la mayor producción de hortalizas, en este caso de coliflor, pero los agricultores no tienen el conocimiento adecuado de los requerimientos nutricionales de este cultivo, es por ello que la calidad de la pella que se produce es baja y por ende no puede ser ofertada en condiciones favorables en el mercado. Es necesario concientizar al agricultor y demostrarle que mediante un manejo adecuado de los requerimientos nutricionales de la coliflor se puede mejorar la calidad (Cámara de Agricultura, 2008).

El cultivo de coliflor se ve afectado en el engrose de la pella, esto repercute en la demanda ya que el consumidor requiere pellas de coliflor de buen color, grandes y de sabor agradable, este factor negativo es debido al desconocimiento de las dosis y frecuencias de aplicación de nutrientes, ya que el agricultor por desconocimiento no maneja cantidades exactas de fertilizantes para la obtención de un mejor producto; para superar este inconveniente es necesario aplicar las dosis adecuadas de nutrientes para obtener pellas de coliflor con las características requeridas (Infoagro, 2010).

La mayoría de los horticultores en la actualidad no aplican los tres macronutrientes indispensables para el cultivo de coliflor, lo que afecta gravemente en el engrose y calidad de la pella de coliflor. Es necesario concientizar al agricultor de la importancia que tienen estos tres elementos (NPK) en la calidad de la pella de coliflor (Infoagro, 2010).

1.3 JUSTIFICACIÓN

El cultivo de coliflor no es uno de los cultivos más apetecidos por los horticultores de la provincia de Tungurahua ya que la superficie sembrada es de apenas 475 ha. Sin embargo es consumida por su alto valor nutricional que lo componen agua en un 92%; energía 24Kcal; proteína 2.0g; grasa 0.2g; carbohidratos 4.9g; fibra 0.9g; calcio 29mg; fósforo 46mg; hierro 0.6mg; sodio 15mg; potasio 355 mg; ácido ascórbico 71.5mg. Al contener mayor cantidad de agua y potasio colabora

con la eliminación de líquidos corporales y posteriormente la pérdida del exceso de peso de la persona quien la consume (Cámara de Agricultura, 2008).³

La producción a nivel nacional se detalla de la siguiente manera:

Zona	Producción en toneladas
Imbabura	6 689
Pichincha	14 652
Cotopaxi	25 200
Tungurahua	190
Chimborazo	190
Cañar	386
Azuay	698

Fuente: SIGAGRO-SIA-2006

Se espera que una eficiente fertilización en el cultivo de coliflor con mezclas eficientes de fertilizantes y en diferentes dosis inducirá a la obtención de pellas gruesas de excelente calidad y de buen contenido nutricional; por lo tanto es necesario realizar las investigaciones pertinentes para establecer la mejor dosis y tiempo de aplicación de estos fertilizantes para mejorar la productividad del sector hortícola y primordialmente del cultivo de coliflor. Por las mencionadas razones esta investigación pretende mejorar los ingresos del horticultor ofertando al mercado y por ende al consumidor una pella gruesa, de buena calidad y promover así el consumo de esta nutritiva hortaliza.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Contribuir a la generación de tecnología de producción de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), mediante el uso eficiente de nitrógeno, fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) para mejorar la calidad de la pella.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la dosis adecuada de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) para mejorar la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*).

Establecer la mejor frecuencia aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), que mejore la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*).

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la investigación ejecutada por Ortiz (2003) en fertilización con NPK y B en dos híbridos y una variedad de coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis*) en el sector de Cunchibamba, perteneciente a la ciudad de Ambato, a una altura de 2 760 msnm, con la intención de evaluar niveles de fertilización, se utilizó la fórmula 150 kg/ha de N, 125 kg/ha de P_2O_5 , 75 kg/ha de K_2O y 40 kg/ha de boro, con la cual se obtuvo los mejores resultados en altura de planta a los 40 días y a la cosecha, así como un mejor peso de la pella y mayor rendimiento.

Villacís (1987) en su investigación de la respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) al NPK en Capillapamba del cantón Píllaro, con el propósito de probar tres fertilizantes en el cultivo de coliflor, utilizó superfosfato triple al 46%, urea al 46% y muriato de potasio al 60%, determinando que el mejor rendimiento de pellas de primera categoría se obtuvo con 25,31 kg/parcela de NPK, siendo sus dosis 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 , 200 kg/ha de K_2O .

La investigación realizada por Salazar (1990) de la respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) a la fertilización en diferentes niveles de NPK en semillero, determinó que el mejor rendimiento por unidad superficie representado por número de pellas, tanto con hojas como sin ellas, corresponde al tratamiento 100 kg/ha de N, 50 kg/ha de P_2O_5 , 50 kg/ha de K_2O . Los niveles de fertilización en el semillero que permitieron una mayor altura de planta a los 18 días de realizada la siembra fueron 100 kg/ha de N, 100 kg/ha de P_2O_5 , 50 kg/ha de K_2O .

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*)

2.2.1.1. Generalidades de la coliflor

Faxsa (2010) menciona que la coliflor tiene una raíz ramificada, que se extiende hasta 50-110 cm de profundidad. El tallo es pequeño (10

cm) y no se ramifica. Las hojas son largas y lanceoladas (70 cm de longitud y 20 cm de diámetro) de bordes lisos. La parte comestible (cabezas) se forman en la zona terminal del tallo. La pella está constituida por una masa de flores abortivas con pedúnculo ("tallo") corto y carnoso.

Según Infoagro (2010), muchos tipos de coliflores se han extinguido por el desconocimiento de bancos de germoplasma y por la falta de uso en cuanto a la variación genética de la coliflor, ya que los mejoradores se han dedicado exclusivamente a realizar cruzamientos con otras especies del mismo género tratando de encontrar en ellas las características deseadas.

Según Valadez (2001), la coliflor es una planta alógama. El fitomejoramiento está en función de la obtención de inflorescencia con un tamaño grande, buena firmeza y color blanco.

2.2.1.2. Requerimientos del cultivo

2.2.1.2.1. Suelo

Joven Emprendedor Rural (2004) señala que, la coliflor es un cultivo que tiene preferencia por los suelos porosos, no encharcados, pero que al mismo tiempo tengan capacidad de retener la humedad del suelo y se desarrolla bien en cualquier tipo de suelos, desde arenosos hasta orgánicos, prefiriendo aquellos con buen contenido de materia orgánica y drenaje adecuado. El pH óptimo está alrededor de 6,5 a 7,0; en suelos más alcalinos desarrolla estados carenciales. Frecuentemente existen suelos que tienen un pH elevado, por lo tanto se recomienda la aplicación de abonos que no ejerzan un efecto alcalinizante sobre el suelo.

2.2.1.2.2. Agua

Infoagro (2010) indica que, la coliflor es un cultivo medianamente sensible a la salinidad del agua de riego. Por ello es

recomendable la aplicación de un abono que no incremente la salinidad del agua de riego y del suelo.

2.2.1.2.3. Clima

Faxsa (2010) señala que, la coliflor es una planta de clima frío. Esta hortaliza es susceptible a temperaturas altas (>26°C) y bajas (0°C) sobre todo cuando la parte comestible casi ha madurado. Las semillas germinan a temperaturas de 5 o 6°C; a 8°C emergen del suelo a los 15 días y a los 18°C en 4 o 5 días. Las temperaturas óptimas para el desarrollo son de 15,5°C a 21,5°C durante el día y de 12,5 a 15,5°C durante la noche. Las temperaturas para la formación de la parte comestible (cabeza) son de 20 a 25°C, siendo la óptima de 22°C.

2.2.1.2.4. Variedades

Faxsa (2010) indica que, existen las siguientes variedades de coliflor:

Chieftain (H). Este tipo de coliflor tiene muy buena densidad y peso de cabeza. Una de las características más importantes es que tienen una mayor tolerancia al estrés.

Guardian (H). Híbrido de excepcional calidad, fuera de serie. Excelente color de cabeza y buen desarrollo de la planta, madura a los 95 días luego del trasplante. Es de alta calidad y presenta un muy buen peso.

Cumberland (H). La variedad de esta coliflor se caracteriza en que la cabeza o pella es grande de alta calidad. La cosecha uniforme.

Minuteman (H). Posee un excelente peso y calidad de la pella. La plantación es muy uniforme.

Ravella (H). La característica primordial que denota esta variedad es que posee un excelente color de cabeza o pella y la maduración es temprana.

2.2.1.3. Manejo del cultivo

2.2.1.3.1. Preparación del terreno

Infoagro (2010) señala que, la preparación del terreno consiste en la nivelación, especialmente donde se realice riego por surcos, se trata de evitar desniveles que propicien encharcamientos para lograr riegos uniformes. Posteriormente se realiza una labor profunda con reparto de estiércol y abonado de fondo. Luego surca y quebranta.

2.2.1.3.2. Semillero

Según Fueyo (2009), la siembra se realiza generalmente en bandejas de polietileno con alvéolos rellenos con sustrato a base de mezclas de turbas. Al cabo de 4-6 semanas las plantas deberán de estar dispuestas para el trasplante.

2.2.1.3.3. Trasplante

Para Infoagro (2010), el trasplante se hace sobre surcos elevados, empleando una densidad de plantación de 4 plantas/m². En sistema de riego por surcos, se suelen separar las hileras entre 0,5-0,8 m y 0,40-0,50 m entre plantas, ajustando la separación entre plantas hasta obtener la densidad requerida.

2.2.1.3.4. Riego

Infoagro (2010) dice que, la coliflor demanda un poco más de agua que el brócoli, debido a que su ciclo de cultivo es más largo, se suelen aplicar de 8-14 riegos con una frecuencia semanal.

2.2.1.3.5. Fertilización y abonadura

Según Infoagro (2010), la mejor manera de fertilización en el cultivo de coliflor es a base de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre y micro elementos. De manera general un abonado recomendado en el cultivo de la coliflor sería: 12-24 t/ha de estiércol o gallinaza fermentados, 1 350 kg/ha de complejo NPK (15-15-15), 240 kg/ha de sulfato de magnesio, 240 kg/ha de nitrosulfato amónico a los 10-20 días de la plantación, 300 kg/ha de nitrato potásico a los 30-40 días de la plantación, 240 kg/ha de nitrosulfato amónico al cubrir la vegetación totalmente el suelo.

2.2.1.4. Labores culturales

Infoagro (2010) recomienda que, el cultivo debe mantenerse limpio de malas hierbas hasta el inicio de la cosecha, por tanto, se controlarán las malas hierbas con herbicidas selectivos empleados en pre trasplante o pos trasplante del cultivo y/o a través de escardas mecánicas con el aporcado a los 15 ó 30 días del trasplante o, bien combinar el empleo de herbicidas localizados en el lomo del surco y aporcados en el vacío con aperos adecuados.

2.2.1.5. Cosecha

Según Infoagro (2010), las coliflores son seleccionadas por su tamaño y por el grado de compactación de la inflorescencia, las partes florales protuberantes o sueltas, que crean una apariencia granulosa, son señal de sobre madurez.

2.2.1.6. Manejo de plagas y enfermedades

2.2.1.3.1. Plagas

Joven Emprendedor Rural (2004) menciona que en el cultivo de coliflor existen, las orugas (*Pieris brassicae*, *Mamestra brassicae*) para combatir las orugas en el cultivo de la coliflor se recomiendan las siguientes

materias activas: Acefato 75% polvo soluble en agua; Permetrin 25% concentrado emulsionable.

El mismo autor señala que, las polillas (*Plutella xylostella*, *Hellula undalis*) roen el tejido foliar, pero al crecer tiene predilección por los brotes tiernos e inflorescencias, una de las materias activas eficaces y autorizadas en el control químico de estas plagas es Triclorfon 50%, presentado como concentrado soluble a una dosis de 0,25-0,40%.

Según Joven Emprendedor Rural (2004), la mosca subterránea (*Chortophilla brassicae*) en estado adulto es de color gris, realizando la puesta en el cuello de las plantas y cuando salen las larvas, éstas penetran en el interior de los tejidos, destruyéndolos completamente, el control químico resulta difícil debido a la biología interna de la plaga. Los objetivos deben basarse por una parte en eliminar los adultos o evitar que realicen la puesta sobre los tallos de las plantas y por otra, destruir y/o evitar la plaga en el suelo o raíces.

El mismo autor menciona que, la mosca blanca (*Aleurodes brassicae*) se utiliza el método de control químico a partir de las siguientes materias activas: Lambda cihalotrin 2,5% en dosis de 0,40-0,50% granulada dispersable en agua.

Pulgón ceroso de las crucíferas (*Brevicoryne brassicae*) es conveniente detectar los primeros ejemplares y tratar con productos químicos, para impedir que queden protegidos cuando las plantas acogollan, pues una vez llegada esta fase, si el ataque persiste resulta imposible su erradicación. A continuación se muestran las materias activas más eficaces: Acefato 75% en dosis de 0,05% polvo soluble en agua; Carbofurano 5% en dosis de 12-15 kg/ha granulada; Permetrin 25% en dosis de 0,2-0,4% concentrado emulsionable (Joven Emprendedor Rural, 2004).

2.2.1.3.2. Enfermedades

Según Infoagro (2010), Botritis (*Botrytis cinerea*) es el causante de la pudrición de los tejidos, desarrollándose siempre en condiciones de elevada humedad. La erradicación del hongo resulta bastante difícil,

últimamente los fungicidas empleados son de carácter específico como Iprodiona 50%, presentado como polvo mojable, a dosis de 0,10-0,15%.

El mismo autor señala que, Mildiu (*Peronospora parasitica f.sp. Brassicae*) la infección puede iniciarse en el semillero; el ataque sobre plantas desarrolladas se localiza en las hojas exteriores, dando lugar a decoloraciones en el haz y en el envés de las hojas. Se debe evitar el trasplante de plántulas ya infectadas y la aplicación de fungicidas preventivos en periodos húmedos con las siguientes materias activas: Clortalonil 5% en dosis de 20 kg/ha; Metalaxil 25% en dosis de 0,80-0,12%; Metalaxil 5% + Oxicloruro de cobre 40% en dosis de 0,40-0,50%.

Podredumbre seca (*Phoma lingam*) este hongo ataca la zona del cuello de la coliflor, que una vez invadida comienza a oscurecer. Los métodos de lucha deben ser preventivos, evitando el cultivo de coliflores durante varios años en las parcelas que hayan padecido la enfermedad, el empleo de semillas certificadas y evitar el exceso de humedad prolongada en el suelo (Infoagro, 2010).

2.2.2 Nutrientes

2.2.2.1. Macro nutrientes

2.2.2.1.1. Nitrógeno

Deficiencia de nitrógeno en las plantas

Según Infojardín (2010), la deficiencia de nitrógeno empieza primero por las hojas más viejas, las inferiores (en el caso del hierro, empieza por las más jóvenes, que son los brotes). Se ven hojas más claras de color verde pálido, que va tornándose en amarillo, incluyendo las nervaduras. Aunque la clorosis llegue a toda la planta los síntomas son más evidentes en las hojas viejas. Si la deficiencia continúa las hojas inferiores caen.

El mismo autor señala que, el follaje es escaso y no crece, aunque puede florecer con cierta abundancia. En definitiva la planta tiene un aspecto raquíptico y amarillento. Estos mismos síntomas también pueden producirlo Nematodos, asfixia radicular, daños en raíces, otras carencias, etc, por lo que hay riesgo de confusión.

Excesos de nitrógeno en la planta

Infojardín (2010) señala que, el exceso de nitrógeno en la planta produce un crecimiento exagerado y color verde intenso. Se forman plantas débiles con tejidos tiernos y por tanto, más propensas a las plagas y enfermedades, al viento, a la lluvia, al granizo, a las heladas. Las plantas abonadas con un exceso de nitrógeno, son más sensibles a los ácaros. La floración es escasa por el predominio de hojas (muchas hojas y pocas flores). Flores incompletas, sin estambres o sin pistilos. Se presenta además la caída de flores y frutos. Aparece gomosis en árboles frutales (exudación de goma por tronco y ramas), también se deprime la absorción de fósforo, potasio, cobre y otros.

Nitrógeno en la coliflor

Infojardín (2010) indica que, se trata de un cultivo ávido de nitrógeno, principalmente en los primeros 2/3 de su cultivo. La aplicación de nitrógeno en forma de nitrógeno estabilizado reduce la concentración de nitratos en hojas y pella entre un 10-20%. Por ello los abonos estabilizados son especialmente adecuados en el cultivo de la coliflor.

2.2.2.1.2. Fósforo

Fósforo en la planta

Imexcor (2010) indica que, el fósforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas. No existe ningún otro nutriente que pueda sustituirlo. Las plantas deben tener fósforo (P) para completar su ciclo normal de producción.

Deficiencia de fósforo

Según Imexcor (2010), el primer síntoma de falta de fósforo (P) es una planta atrofiada. Las hojas pueden deformarse. Con deficiencia severa, se pueden producir áreas necróticas en las hojas, frutos y tallos. Las hojas más viejas quedan afectadas antes que las jóvenes. A menudo se observa un color rojizo en las plantas de maíz deficientes en fósforo (P). Esto también ocurre en otros cultivos, especialmente cuando las temperaturas del medio ambiente son bajas.

Fósforo en la coliflor

Infojardín (2010) indica que, no debe excederse en cuanto a su abonado, pues favorece la subida de flor. Es el macro nutriente absorbido en menor cantidad por el cultivo descendiendo posteriormente hasta la recolección. En tallo sigue una pauta similar a la de las hojas y en los frutos la concentración más alta se produjo al inicio de la inflorescencia, disminuyendo posteriormente en el período de mayor crecimiento de las inflorescencias. La tasa más alta de acumulación específica de P se produjo en las primeras fases de crecimiento del cultivo, disminuyendo posteriormente hasta la recolección.

2.2.2.1.2. Potasio

Potasio en la planta

Swya y Kafkafi (2005) anotan que, el potasio (K) es un macro nutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos. El potasio se encuentra normalmente en un rango entre 1 a 4% de la materia seca (MS), pudiendo alcanzar más del 8% en algunos casos. Una vez que las hojas más viejas de la planta han alcanzado sus concentraciones específicas de K, el flujo neto de K desde las raíces satisface solo las cantidades necesarias para el desarrollo y crecimiento de nuevas raíces. Por lo tanto,

el flujo de K desde las raíces está determinado en gran parte por la tasa de crecimiento de la planta.

Función del potasio en la planta

Swya y Kafkafi (2005) dicen que, algunas de las principales funciones de las plantas donde el K está comprometido son: la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas. Cantidades adecuadas de potasio son importantes contribuyentes en la adaptación de los cultivos al stress causado por factores bióticos y abióticos, tales como sequías, salinidad, heladas, ataques de insectos o enfermedades.

Deficiencia de potasio en la planta

Infojardín (2010) indica que, los primeros síntomas de la carencia de potasio, cuando todavía es leve, se observan en las hojas viejas; pero cuando es aguda, son los brotes jóvenes los más severamente afectados, llegando a secarse. Lo más típico, son los bordes y puntas de las hojas más viejas secas después de amarillarse. Son síntomas parecidos a la deficiencia de Magnesio, pero los del potasio se centran más en los bordes. Quizás se presentan hojas jóvenes rojizas. Se reduce la floración, fructificación y desarrollo de toda la planta.

Según Infojardín (2010), el potasio (K) aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades, a la sequía y al frío; si falta, será más vulnerable a estos agentes. La carencia de potasio es mucho más frecuente en los suelos arenosos debido a que se lava este elemento fuera del alcance de las raíces con la lluvia y el riego continuado. También en suelos con mucha cal puede escasear. No hay excesos de potasio que produzca toxicidad en la planta, puesto que serían necesarias cantidades muy grandes de nutriente. Sin embargo, tanta abundancia de potasio puede provocar la carencia de Magnesio por antagonismo con él.

Potasio en la coliflor

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria Agroalimentaria (2008) señala que, el potasio es importante en el desarrollo de la inflorescencia (pella), ya que contribuye con un 3,6% en materia seca depositadas en la pella, ofreciendo así un engrose de la inflorescencia en donde se obtiene una mayor absorción de potasio.

2.2.3. Fuentes de nutrientes

2.2.3.1 Urea

2.2.3.1.1. Generalidades

Según Textos Científicos (2008), la urea contiene 46% de nitrógeno, se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco.

2.2.3.1.2. Aplicación de la urea

Textos Científicos (2008) menciona que, el 90% de la urea producida se emplea como fertilizante. Se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cuál es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis. La urea se adapta a diferentes tipos de cultivos, es necesario fertilizar, ya que con la cosecha se pierde una gran cantidad de nitrógeno. Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si ésta es aplicada en la superficie, o si no se incorpora al suelo, ya sea por incorrecta aplicación, lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética.

2.2.3.2. Superfosfato triple

2.2.3.2.1. Generalidades

El superfosfato triple es un fertilizante altamente concentrado en fósforo disponible, cuya concentración en peso es del 46%, es sólido de color gris y granulado, la absorción de este nutriente por las plantas alcanza el 80 a 90% del total disponible gracias a las variaciones de pH y temperatura del suelo y por la capacidad de disolución en agua o humedad del suelo. (Fertico. 2010).

2.2.3.2.2. Usos agrícolas

Según Fertico (2010), el Superfosfato Triple es un fertilizante que tiene un excelente comportamiento físico y es factible de ser utilizado en suelos con variedad de pH y no genera acidificación a largo plazo. No genera fitotoxicidad por amoniaco.

2.2.3.2.3. Compatibilidad

Fertico (2010) manifiesta que, puede usarse en combinación con otros fertilizantes. Su incompatibilidad química con urea en mezclas físicas depende de factores como tiempo de procesado de ingredientes, tiempo de almacenaje y control de humedad. Esta incompatibilidad no es relevante si la mezcla se aplica de inmediato al suelo.

2.2.3.3. Nitrato de potasio

2.2.3.3.1. Generalidades

Fertilizando (2010) menciona que, el nitrato de potasio KNO_3 cuya fórmula es 13-0-45 (13% de N y 45% de K_2O), posee poca movilidad en el suelo, ya que es mantenido con éxito en los sitios de intercambio. Sin embargo se moviliza más que el fósforo y mucho menos que el nitrato o la urea. La

concentración de K en el suelo en la vecindad del emisor, dependerá del poder regulador, en función de la cantidad y calidad del contenido de arcilla y materia orgánica.

2.2.3.3.2. Función

Agrosagi (2008) indica que, el nitrato de potasio presenta una excelente ventaja de solubilidad, alta concentración de potasio y además aporta nitratos en cantidades razonables, para suplir una buena parte de los requerimientos de nitrógeno. El grado de solubilidad varía fuertemente con la temperatura. Por ello en aguas de riego con alto nivel de bicarbonatos y calcio se deben bajar las dosis o bien acidular con ácidos nítrico o fosfórico.

2.2.4. Calidad de la pella

2.2.4.1. Conceptos y generalidades

Según la FAO (2009), entre los índices de calidad de la coliflor o en este caso de la pella de coliflor, se encuentran el tamaño, la ausencia de amarillamiento debido a la exposición al sol, la ausencia de defectos debidos al manejo y pudriciones y la ausencia de granulosidad. Esto indica un producto de excelente calidad y suple la exigencia que el mercado demanda, un producto fresco y agradable a la vista.

2.2.4.2. Características y categorías

FAO (2009) describe que, el tamaño óptimo de la pella de la coliflor es de 30 cm de diámetro y que llegue a pesar más de 2,2 libras o de 1,0 kg. El color de la masa puede ser blanco amarillento, verde o violeta según la variedad cultivada. El sabor que el mercado pide debe ser suave y en ocasiones, ligeramente dulzón.

Según el mismo autor, en el mercado la categoría de la pella se detalla por su tamaño, es decir, existen pellas de 30 cm de diámetro que es la de “primera”; existen

pellas de 20 cm de diámetro que en el mercado son llamadas de “segunda” y un diámetro inferior a este son llamadas pequeñas o de tercera y a partir de estos diámetros se determina el costo de la pella de coliflor.

2.2.4.3. Engrose de la pella

2.2.4.3.1. Conceptos y generalidades

Según Wikipedia (2010), en agricultura y economía agraria, el rendimiento de las hortalizas está determinado por el peso del producto dividido entre la superficie. La unidad de medida más utilizada es la tonelada por hectárea (t/ha). Un mayor rendimiento indica una mejor calidad de la tierra (por suelo, clima u otra característica física) o una explotación más intensiva, en trabajo o en técnicas agrícolas (abonos, regadío, productos fitosanitarios, semillas seleccionadas, transgénicos, etc). La mecanización no implica un aumento del rendimiento, sino de la rapidez en el cultivo, de la productividad (se disminuye la cantidad de trabajo por unidad de producto) y de la rentabilidad (se aumenta el ingreso monetario por unidad invertida).

2.2.4.3.2. Rendimiento del cultivo

Infoagro (2010) señala que, los rendimientos de las variedades más productivas pueden llegar a los 20.000-30.000 kg/ha, debiendo alcanzar para ello pesos de pella gruesa del orden de 1 kg y a veces superiores, mientras que las variedades con menor producción solo alcanzan rendimientos de 15.000-20.000 kg/ha, con pesos de pella de menos de 1 kg o poco más.

2.2.4.3.2. Componentes de la pella

Infoagro (2010) señala que, la coliflor presenta un bajo contenido en calorías, aunque éste puede variar dependiendo de la variedad empleada y de las condiciones de cultivo. Sin embargo, son ricas en minerales y presentan elevados contenidos en glucosinolatos, especialmente isotiocianato de alilo y butilo, y/o vinil-tio-oxazilina.

El mismo autor manifiesta que, los componentes de la pella de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) son: agua en un 92%; energía 24 kcal; proteína 2,0 g; grasa 0,2 g; carbohidratos 4,9 g; fibra 0,9 g; calcio 29 mg; fósforo 46 mg; hierro 0,6 mg; sodio 15 mg; potasio 355 mg, ácido ascórbico 71,5 mg.

2.3. HIPÓTESIS

La aplicación adecuada de NPK en dosis y frecuencias que se prueba, incide en la calidad de la pella de coliflor.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independiente

Dosis de NPK

Frecuencias de aplicación del fertilizante

2.4.2. Variables dependiente

Peso promedio de la pella

Diámetro polar de la pella

Diámetro ecuatorial de la pella

Compactación de la pella

Categorización de pellas

Rendimiento

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Concepto	Categorías	Indicadores	Índices
Variable dependiente		Peso promedio de pellas	kg
		Diámetro polar y ecuatorial de la pella	cm
Calidad de la pella	Pella	Compactación de la pella	escala
Apariencia de la pella		Categorización de pellas	Prim., seg., tercera
		Rendimiento	t/ha
Variable independiente	Categorías	Indicadores	Índices
Nutrientes	Nutrientes	Dosis	kg/ha
Fertilizantes para nutrición vegetal.		Frecuencia	Tiempo

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación presentó un enfoque cualitativo y cuantitativo que se basa específicamente en el uso de nuevas tecnologías agrícolas para mejorar la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*). La modalidad de la investigación fue mixta, experimental de campo y bibliográfica, ya que se trabajó en el campo con el cultivo y se utilizó consultas bibliográficas para el desarrollo de la investigación.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Izamba, sector La Merced ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: 1° 14' 0" latitud Sur y 78° 35' 0" longitud Oeste, a la altitud de 2 570 m.s.n.m (Sistema de Posicionamiento Global, GPS)..

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

La Estación Meteorológica Chachoán (2004), señala que, el sector de La Merced presenta temperatura media de 15,7 °C con una humedad relativa media de 70,5% y con una velocidad del viento de 9,15 km/h. Estas características climáticas hacen un sitio propicio para cultivos hortícolas y por ende de coliflor.

3.3.2. Suelo

El tipo de suelo de los sectores de Izamba y parte de Cunchibamba son profundos, de textura media, de fácil drenaje y ricos en materia orgánica (Paredes, 2009).

3.3.3. Agua

El agua de regadío que el sector de La Merced utiliza proviene del canal Latacunga-Salcedo-Ambato. El canal conduce de 4 a 7 metros cúbicos por segundo de agua para regar alrededor de 8 300 ha (El Universo, 2010). El Heraldo (2009) indica que, las aguas del canal contienen varios elementos químicos contaminantes, especialmente boro, cromo, cal, ácido fórmico, sulfato de amonio, aceites, grasas, fungicidas y pesticidas. Igualmente cita que las aguas utilizadas para la agricultura de este sector se encuentran o se han hallado restos de vegetales en mal estado y en su mayoría varias especies de bacterias, así mismo de animales muertos, lo que ha provocado una contaminación de estas aguas muy preocupante, pero es importante observar que estas aguas son utilizadas para las actividades agrícolas, en este caso, de Izamba y específicamente en el lugar de investigación, ya que es el único recurso hídrico con que se cuenta.

3.3.4. Ecología

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1979), la zona donde se desarrolló el ensayo se encuentra en la región estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB) en transición con bosque seco Montano Bajo (bs-MB), que es apta para el cultivo de tuna.

3.3.5. Cultivos

Los cultivos predominantes en el sector son particularmente las hortalizas como: col (*Brassica Oleracea L.*), lechuga (*Lactuca sativa L.*), coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*), acelga (*Beta vulgaris L.*), espinaca (*Spinacia oleracea*), entre otras, a más de ello también se encuentran cultivos de gramíneas como maíz (*Zea mays*). Las variedades de coliflor que más se cultivan en el sector son las tempraneras cuya característica principal es el color de la pella que va de blanco a blanco cremosa.

Las enfermedades de coliflor que en la zona predominan son la lanchar (*Phytophthora infestans.*), Fusarium sp., Botritis (*Botrytis cinerea*), Mildiu

(*Peronospora parasitica* f.sp. *Brassicae*). Entre las plagas que se detectan en esta zona son empoascas, coleóptero, lepidópteros en su mayoría.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Dosis de NPK en kg/ha

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
90	45	150	D1
120	60	200	D2
150	75	250	D3

Se utilizó urea como fuente de nitrógeno, súper fosfato triple como fuente de fósforo y nitrato de potasio como fuente de potasio.

3.4.2. Frecuencias de aplicación

Cada 10 días	F1
Cada 15 días	F2
Cada 20 días	F3

3.4.3. Testigo

Se planteó un testigo que recibió aplicación del fertilizantes 15-15-15 en dosis de 225 kg/ha.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de 3x3+1, con diez tratamientos y cuatro repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 10, como consta en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Dosis de N-P-K (kg/ha)	Frecuencias de aplicación (días)
1	D1F1	90 de N, 45 de P ₂ O ₅ , 150 de K ₂ O	Cada 10
2	D1F2	90 de N, 45 de P ₂ O ₅ , 150 de K ₂ O	Cada 15
3	D1F3	90 de N, 45 de P ₂ O ₅ , 150 de K ₂ O	Cada 20
4	D2F1	120 de N, 60 de P ₂ O ₅ , 200 de K ₂ O	Cada 10
5	D2F2	120 de N, 60 de P ₂ O ₅ , 200 de K ₂ O	Cada 15
6	D2F3	120 de N, 60 de P ₂ O ₅ , 200 de K ₂ O	Cada 20
7	D3F1	150 de N, 75 de P ₂ O ₅ , 250 de K ₂ O	Cada 10
8	D3F2	150 de N, 75 de P ₂ O ₅ , 250 de K ₂ O	Cada 15
9	D3F3	150 de N, 75 de P ₂ O ₅ , 250 de K ₂ O	Cada 20
10	T	Triple 15	*

El testigo recibió aplicación del fertilizante 15-15-15 en dosis de 225 kg/ha (0,12 kg/parcela), aplicado a los 30 días del trasplante.

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado; pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos y factores en estudio y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor frecuencias de aplicación.

El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al (1988).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Número de tratamientos:	10
Número total de parcelas:	40
Superficie de la parcela total:	4,32 m ²
Largo de la parcela total:	2,40 m
Ancho de la parcela total:	1,80 m
Superficie de la parcela neta:	1,08 m ²
Distancia entre hileras:	0,60 m
Distancia entre plantas:	0,30 m
Número de plantas por parcela:	24
Distancia entre repetición:	1 m
Distancia entre parcelas:	1 m
Superficie total del ensayo:	423,4 m ²

Área de caminos:	250,6 m ²
Superficie total de parcelas:	172,8 m ²
Superficie neta del ensayo:	43,2 m ²
Número de plantas en el ensayo:	960
Plantas de la parcela neta:	8
Número de planta a evaluar:	6

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo

I	II	III	IV
D3F2	D2F3	D1F3	D1F1
D2F2	D1F1	D3F1	T
D3F3	D3F2	D2F1	D1F2
D1F1	D1F2	D2F3	D3F3
D2F1	T	D3F2	D1F3
D3F1	D2F2	D1F2	D3F2
T	D3F1	D2F2	D2F1
D1F2	D3F3	D3F3	°F3
D2F3	D1F3	T	D2F2
D1F3	D2F1	DF	D3F1

Detalle de una parcela

x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Diámetro ecuatorial de la pella

Al momento de la cosecha, con la ayuda de una regla, se tomó el diámetro ecuatorial de seis pellas de las plantas de la parcela neta, utilizando dos tablillas a los lados y midiendo con la regla.

3.8.2. Diámetro polar de la pella

Al momento de la cosecha, con la ayuda de una regla, se registró el diámetro polar de seis pellas de las plantas de la parcela neta, sin tomar en cuenta el tallo, utilizando dos tablillas poniéndolas en los polos y midiendo con regla.

3.8.3. Compactación de la pella

La compactación de la pella se registró al momento de la cosecha, a seis pellas de las plantas de la parcela neta, determinándose al tacto y calificando con la siguiente tabla de valores (Fuente: la autora).

Compactación	Valor
Muy compacta	4
Medianamente compacta	3
Blanda	2

3.8.4. Peso de la pella

A las seis pellas correspondientes a la parcela neta, al momento de la cosecha se registró el peso, con una balanza, expresando el promedio en kilogramos.

3.8.5. Rendimiento

El rendimiento correspondió al peso de las pellas cosechadas en el total de plantas de la parcela. Los valores se expresaron en t/ha.

3.8.6. Categorización de las pellas

Las pellas cosechadas se clasificaron y contaron según su peso, expresando en porcentaje, en tres categorías, valiéndonos de la siguiente escala (Fuente: autora):

Pellas de primera categoría:	Peso mayor a 1,0 kg
Pellas de segunda categoría:	Peso entre 0,5 y 1,0 kg
Pellas de tercera categoría:	Peso menor a 0,5 kg

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Toma de muestras para análisis de suelo

En el lote del ensayo, se tomaron varias submuestras de suelo, cubriendo toda el área, para obtener una muestra de 1 kg de suelo, la cual fue enviada al laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UTA, para su análisis. El anexo 1, muestra los resultados.

3.9.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó mecánicamente, con la ayuda de un tractor, mediante una arada y rastrada dejando el suelo mullido; luego se niveló para posteriormente realizar el trazado de las parcelas experimentales con las medidas establecidas con sus respectivos caminos y bordes. El suelo fue desinfectado con Captan 250 g/100 l.

3.9.3. Adquisición de plántulas

Las plántulas de la variedad Royal, que se utilizaron para el ensayo fueron adquiridas del semillero ubicado en la parroquia de Izamba sector de Yacupamba. Las plántulas tuvieron de tres a cuatro hojas verdaderas, su altura fue de 12 cm con 20 días luego de la germinación. Las plántulas no presentaron ninguna enfermedad ni plaga.

3.9.4. Trasplante

El trasplante se realizó con el suelo en capacidad de campo. Se procedió a trasplantar utilizando las plántulas seleccionadas ubicadas a 0,30 m entre plantas y a 0,60 m entre hileras, para ello se utilizó una pala de sembrar.

3.9.5. Abonadura orgánica

Un mes antes del inicio del ensayo, se realizó la incorporación de materia orgánica (estiércol de pollos bien descompuesto) utilizando la dosis de 18 t/ha.

3.9.6. Deshierbas

Las deshierbas se realizaron al observar la presencia de malezas en la superficie del ensayo, utilizando azadón y arrimando la tierra a las plantas para evitar que sufran acame; esta labor se realizó a los 30 días del trasplante.

3.9.7. Riegos

Los riegos fueron gravitacionales por surcos con frecuencia de ocho días. En época de lluvias se incrementó la frecuencia a cada quince días, completando así 12 riegos durante todo el ensayo.

3.9.8. Aplicación de fertilizantes

La aplicación de los fertilizantes se hizo de acuerdo a las dosis y frecuencias de aplicación planteadas para el ensayo. La primera aplicación se hizo a los 60 días del trasplante. Para los tratamientos de la frecuencia de cada 10 días, se efectuaron cinco fraccionamientos. Para los tratamientos de la frecuencia de cada 15 días, se efectuaron cuatro fraccionamientos y para los tratamientos de la frecuencia de cada 20 días, se efectuaron tres fraccionamientos. Las incorporaciones se efectuaron al fondo del surco, tapando una capa de tierra. El cuadro 3, muestra las dosis de las fuentes de fertilizantes y el cuadro 4, las dosis de nutrientes.

3.9.9. Controles fitosanitarios

Se realizaron aplicaciones preventivas, utilizando Amistar Top SC (Azoxystrobin) en dosis de 0,35 l/ha, luego del trasplante; también se aplicó para la prevención de insectos Decis (CE) (Deltametrina) en una dosis de 0,4 l/ha. Cuando el cultivo alcanzó 60 días se aplicó New Mectin (Abamectina) con una dosis de 0,4 cc/l.

CUADRO 3. DOSIS DE FUENTE DE FERTILIZANTE

Dosis 1	Dosis de fertilizante por			Dosis nutrientes		
	kg/ha	kg/m ²	kg/parc tot.	F1	F2	F3
				kg/parc tot.	kg/parc tot.	kg/parc tot.
Urea	102	0,010	0,055	0,0110	0,014	0,018
SF	98	0,010	0,053	0,0106	0,013	0,018
N potasio	334	0,033	0,180	0,0361	0,045	0,060
			Dosis NPK (mezcla)	0,06	0,07	0,10
Dosis 2	Dosis de fertilizante por			Dosis nutrientes		
	kg/ha	kg/m ²	kg/parc tot.	F1	F2	F3
				kg/parc tot.	kg/parc tot.	kg/parc tot.
Urea	136	0,014	0,073	0,0147	0,018	0,024
SF	130	0,013	0,070	0,0140	0,018	0,023
N potasio	445	0,045	0,240	0,0481	0,060	0,080
			Dosis NPK (mezcla)	0,08	0,10	0,13
Dosis 3	Dosis de fertilizante por			Dosis nutrientes		
	kg/ha	kg/m ²	kg/parc tot.	F1	F2	F3
				kg/parc tot.	kg/parc tot.	kg/parc tot.
Urea	170	0,017	0,092	0,0184	0,023	0,031
SF	163	0,016	0,088	0,0176	0,022	0,029
N potasio	556	0,056	0,300	0,0600	0,075	0,100
			Dosis NPK (mezcla)	0,10	0,12	0,16

3.9.10. Cosecha

Una vez de que la pella de coliflor alcanzó su madurez comercial (antes que se abran las inflorescencias) se procedió a la cosecha manual usando un cuchillo, procediendo a cortar cada una de las pellas separándola de las hojas.

CUADRO 4. DOSIS DE NUTRIENTE (NPK)

Dosis 1	Dosis de nutriente por			Dosis nutrientes		
	kg/ha	kg/m2	kg/parc tot.	F1	F2	F3
				kg/parc tot.	kg/parc tot.	kg/parc tot.
Nitrógeno	90	0,009	0,049	0,0097	0,012	0,016
Fósforo	45	0,005	0,024	0,0049	0,006	0,008
Potasio	150	0,015	0,081	0,0162	0,020	0,027
			Dosis NPK (mezcla)	0,03	0,04	0,05
Dosis 2	Dosis de nutriente por			Dosis nutrientes		
	kg/ha	kg/m2	kg/parc tot.	F1	F2	F3
				kg/parc tot.	kg/parc tot.	kg/parc tot.
Nitrógeno	120	0,012	0,065	0,0130	0,016	0,022
Fósforo	60	0,006	0,032	0,0065	0,008	0,011
Potasio	200	0,020	0,108	0,0216	0,027	0,036
			Dosis NPK (mezcla)	0,04	0,05	0,07
Dosis 3	Dosis de nutriente por			Dosis nutrientes		
	kg/ha	kg/m2	kg/parc tot.	F1	F2	F3
				kg/parc tot.	kg/parc tot.	kg/parc tot.
Nitrogeno	150	0,015	0,081	0,0162	0,020	0,027
Fósforo	75	0,008	0,041	0,0081	0,010	0,014
Potasio	250	0,025	0,135	0,0270	0,034	0,045
			Dosis NPK (mezcla)	0,05	0,06	0,09

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Diámetro polar de la pella

Los datos correspondientes al diámetro polar de la pella se reportan en el anexo 2, con diámetros que fluctuaron entre 7,00 cm y 12,79 cm, promedio general de 9,84 cm. Realizando el análisis de variancia (cuadro 5), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de NPK causaron diferencias a nivel del 1%. Las frecuencias de aplicación produjeron diferencias a nivel del 5%, con respuesta lineal altamente significativa. Las interacciones fueron no significativas. El testigo no se diferencio del resto de tratamientos; en tanto que, el coeficiente de variación fue de 8,71%.

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	1,979	0,660	0,90 ns
Tratamientos	9	20,910	2,323	3,16 **
Dosis de NPK (D)	2	13,221	6,610	8,99 **
Frecuencias de aplicac. (F)	2	6,764	3,382	4,60 *
Tendencia lineal	1	6,689	6,689	9,10 **
Tendencia cuadrática	1	0,075	0,075	0,10 ns
D x F	4	0,919	0,230	0,31 ns
Testigo versus resto	1	0,006	0,006	0,01 ns
Error experimental	27	19,848	0,735	
Total	39	42,737		

Coef. de var. 8,71%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el diámetro polar de la pella, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 6). Las pellas de mayor diámetro polar se registraron en el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con promedio de 11,09 cm,

ubicado en el primer rango. Seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos con diámetros que van desde 10,37 cm hasta 9,27 cm. El menor diámetro polar de las pellas, reportó el tratamiento D1F1 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), con el menor promedio de 8,53 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
9	D3F3	11,09	a
5	D2F2	10,37	ab
8	D3F2	10,37	ab
6	D2F3	10,31	ab
7	D3F1	10,04	ab
10	T	9,80	ab
3	D1F3	9,61	ab
4	D2F1	9,27	ab
2	D1F2	8,98	b
1	D1F1	8,53	b

Examinando el factor dosis de NPK, en el crecimiento en diámetro polar de la pella, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 7). Las pellas reportaron mayor diámetro polar, en los tratamientos que recibieron aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), con promedio de 10,50 cm, ubicado en el primer rango. Le siguen las pellas de los tratamientos que se aplicó 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O (D2), que compartieron el primer rango, con promedio de 9,98 cm; mientras que, las pellas de los tratamientos que recibieron aplicación de 90 kg/ha de N, 45 kg/ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de K₂O (D1), reportaron el menor diámetro polar, con promedio de 9,04 cm, ubicado en el segundo rango último lugar en la prueba.

En cuanto al factor frecuencias de aplicación, en el diámetro polar de la pella, la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 8). Los tratamientos que recibieron aplicación de fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), desarrollaron pellas

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA

Dosis de NPK	Promedio	Rango
(kg/ha)	(cm)	
(150-75-250) D3	10,50	a
(120-60-200) D2	9,98	a
(90 – 45-150) D1	9,04	b

de mayor diámetro polar, con promedio de 10,34 cm, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 15 días (F2), que compartió el primero y segundo rangos, con diámetro promedio de 9,90 cm; mientras que, el menor diámetro polar de la pella, registraron los tratamientos de la frecuencia de cada 10 días (F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 9,28 cm.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA

Frecuencias de	Promedio	Rango
aplicación	(cm)	
Cada 20 días F3	10,34	a
Cada 15 días F2	9,90	ab
Cada 10 días F1	9,28	b

Gráficamente, mediante la figura 1, se ilustra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación y diámetro polar de la pella, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de las dosis de fertilización con la frecuencia de cada 20 días (F3), alcanzando las pellas de mayor diámetro polar, con correlación lineal positiva de 0,99 *, que fue altamente significativa.

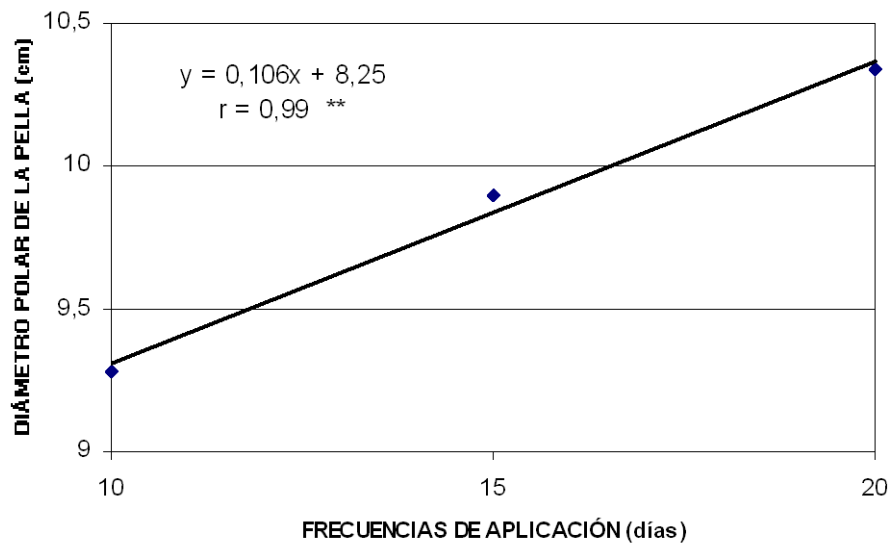


FIGURA 1. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro polar de la pella

Los resultados obtenidos permiten deducir que, los fertilizantes de NPK aplicados al cultivo de coliflor para mejorar la calidad de la pella, influenciaron favorablemente, por cuanto, la mayoría de tratamientos que recibieron aplicación, reportaron pellas de mayor diámetro que el testigo, a pesar que éste superó los diámetros a varios tratamientos. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O (D3), con el cual el diámetro polar de la pella se incrementó en promedio de 1,46 cm al comparar con los tratamientos de la dosis (D1). Igualmente, la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, al superar el diámetro de la pella en promedio 1,06 cm, que los tratamientos de la frecuencia (F1); lo que permite inferir que, aplicar 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O , en forma fraccionada cada 20 días, es el tratamiento adecuado para obtener pellas de mejor calidad, con mayor crecimiento en diámetro polar. En este sentido, Domínguez (1989), menciona que, los fertilizantes a base de NPK, estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando la floración y la fructificación, por lo que el rendimiento de las cosechas son de mejor calidad, lo que sucedió en el ensayo.

4.1.2. Diámetro ecuatorial de la pella

Los valores de la presente variable se presentan en el anexo 3, con diámetros ecuatoriales que fluctuaron entre 12,20 cm y 16,96 cm, promedio general de 14,64 cm. Mediante el análisis de variancia (cuadro 9), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de NPK causaron diferencias en el diámetro a nivel del 1%. Las frecuencias de aplicación produjeron diferencias a nivel del 5%, con respuesta lineal altamente significativa. Las interacciones no mostraron significación. El testigo no se diferenció del resto de tratamientos; en tanto que, el coeficiente de variación fue de 4,96%.

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	1,550	0,517	0,98 ns
Tratamientos	9	22,382	2,487	4,71 **
Dosis de NPK (D)	2	15,082	7,541	14,28 **
Frecuencias de aplicac. (F)	2	5,539	2,770	5,25 *
Tendencia lineal	1	5,199	5,199	9,85 **
Tendencia cuadrática	1	0,340	0,340	0,65 ns
D x F	4	1,192	0,298	0,56 ns
Testigo versus resto	1	0,569	0,569	1,08 ns
Error experimental	27	14,248	0,528	
Total	39	38,181		

Coef. de var. 4,96%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el diámetro ecuatorial de la pella, se detectaron tres rangos de significación (cuadro 10). Las pellas de mayor diámetro ecuatorial pertenecieron al tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con promedio de 16,11 cm, al ubicarse en el primer rango. Seguido de los tratamientos D3F2 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 15 días) y D2F3 (120 de N, 60 de P₂O₅, 200 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), que compartieron el primero y segundo rangos con diámetros promedios de 15,31 cm y 15,27 cm, respectivamente. El resto de tratamientos compartieron rangos inferiores, encontrando con el menor diámetro ecuatorial de la pella al tratamiento D1F1 (90 de

N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), con promedio de 13,34 cm, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
9	D3F3	16,11	a
8	D3F2	15,31	ab
6	D2F3	15,27	ab
7	D3F1	14,88	abc
4	D2F1	14,62	abc
5	D2F2	14,33	bc
10	T	14,28	bc
3	D1F3	14,24	bc
2	D1F2	13,98	bc
1	D1F1	13,34	c

En relación al factor dosis de NPK, en el crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 11). Las pellas de mayor diámetro ecuatorial pertenecieron a los tratamientos que recibieron aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), con promedio de 15,43 cm, ubicado en el primer rango; seguido de las pellas de los tratamientos que se aplicó 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O (D2), que compartieron el primer rango, con promedio de 14,74 cm; en tanto que, las pellas de los tratamientos que recibieron aplicación de 90 kg/ha de N, 45 kg/ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de K₂O (D1), reportaron el menor diámetro ecuatorial, con promedio de 13,85 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Dosis de NPK		Promedio (cm)	Rango
(kg/ha)			
(150-75-250)	D3	15,43	a
(120-60-200)	D2	14,74	a
(90 – 45-150)	D1	13,85	b

En referencia al factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del diámetro ecuatorial de la pella, mediante la prueba de significación de Tukey al 5% se establecieron dos rangos de significación (cuadro 12). Los tratamientos en que se aplicó fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), desarrollaron pellas de mayor diámetro ecuatorial, con promedio de 15,21 cm, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 15 días (F2), que compartieron el primero y segundo rangos, con diámetro promedio de 14,54 cm; en tanto que, el menor diámetro ecuatorial de la pella, registraron los tratamientos de la frecuencia de cada 10 días (F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 14,28 cm.

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
Cada 20 días F3	15,21	a
Cada 15 días F2	14,54	ab
Cada 10 días F1	14,28	b

Mediante la figura 2, se representa la regresión lineal entre frecuencias de aplicación y diámetro ecuatorial de la pella, en donde la tendencia lineal positiva de la recta indica que, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de las dosis de fertilización con la frecuencia de cada 20 días (F3), resultando las pellas de mayor diámetro ecuatorial, con correlación lineal positiva de 0,97 *, que fue altamente significativa.

Evaluando los resultados del crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella, en el cultivo de coliflor, es posible informar que, los fertilizantes de NPK, influenciaron favorablemente, por cuanto, la mayoría de tratamientos que recibieron aplicación, reportaron pellas de mayor diámetro que el testigo, a pesar que éste

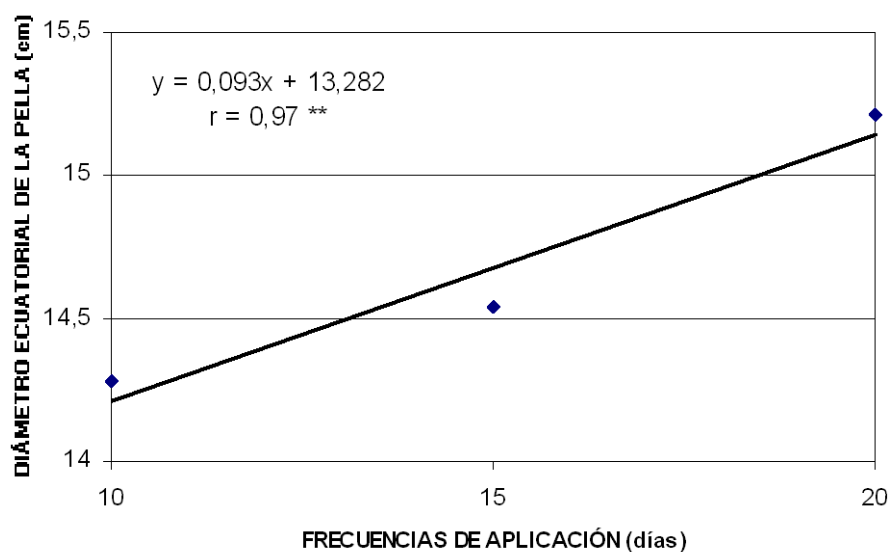


FIGURA 2. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro ecuatorial de la pella

último superó los diámetros a varios tratamientos. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O (D3), con el cual el diámetro ecuatorial de la pella se incrementó en promedio de 1,58 cm al comparar con los tratamientos de la dosis (D1). Igualmente, la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, al superar el diámetro de la pella en promedio 0,93 cm, que los tratamientos de la frecuencia (F1); lo que permite afirmar que, al aplicar 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O , fraccionadamente cada 20 días, se alcanzan pellas de mejor calidad, por lo que es el tratamiento adecuado para incrementar el diámetro ecuatorial de la pella. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Gross (1981), que los fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio, determinan un mejor crecimiento del vegetal, adquiriendo un mayor desarrollo de las hojas y tallos, es decir, que son elementos base de la fertilización y consecuentemente determina el rendimiento del cultivo, como lo sucedido en el ensayo.

4.1.3. Compactación de la pella

La evaluación de la compactación de la pella para cada tratamiento y repetición evaluados, se presenta en el cuadro 13. En el mismo se observa que, los

tratamientos reportaron diferentes tipos de compactación de la pella. El tratamiento D3F2 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 15 días), reportó todas las repeticiones con pellas categoría 4 (muy compactas), seguido de los tratamientos D1F3 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 20 días) y D3F1 (150 de N, 75de P₂O₅ 250 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), que reportaron la mayoría de repeticiones con pella categoría 4 (muy compactas). Seguidamente encontramos a los tratamientos D1F2 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 15 días), D2F1 (120 de N, 60 de P₂O₅, 200 de K₂O, frecuencia de cada 10 días) y D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con la mayoría de repeticiones con pellas categoría 3 (medianamente compacta) y una repetición con pellas categoría 4. D2F2 (120 de N, 60 de P₂O₅, 200 de K₂O, frecuencia de cada 15 días) registró todas la repeticiones con pellas categoría 3 (medianamente compactas) y los tratamientos D1F1 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), D2F3 (120 de N, 60 de P₂O₅, 200 de K₂O, frecuencia de cada 20 días) y el testigo, reportaron tres repeticiones con pellas categorías 3 (medianamente compactas) y una repetición con pellas categoría 2 (blandas), en las condiciones ambientales de Izamba, sector la Merced, provincia de Tungurahua.

CUADRO 13. COMPACTACIÓN DE LA PELLA

Tratamientos		Repeticiones			
No.	Símbolo	I	II	III	IV
1	D1F1	2	3	3	3
2	D1F2	3	4	3	3
3	D1F3	4	4	4	3
4	D2F1	3	4	3	3
5	D2F2	3	3	3	3
6	D2F3	2	3	3	3
7	D3F1	4	4	3	4
8	D3F2	4	4	4	4
9	D3F3	3	4	3	3
10	T	3	3	3	2
Muy compacta		4			
Medianamente compacta		3			
Blanda		2			

4.1.4. Peso de la pella

El peso de la pella para cada tratamiento en estudio se detalla en el anexo 4, con pesos que variaron entre 0,61 kg y 1,03 kg, promedio general de 0,79 kg. El análisis de variancia (cuadro 14), estableció diferencias estadísticas altamente

significativas para tratamientos. Las dosis de NPK causaron diferencias en el peso a nivel del 1%. Las frecuencias de aplicación produjeron diferencias a nivel del 1%, con respuesta lineal altamente significativa. Las interacciones no mostraron significación. El testigo no se diferenció del resto de tratamientos; en tanto que, el coeficiente de variación fue de 6,93%.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE LA PELLA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	0,007	0,002	0,80 ns
Tratamientos	9	0,421	0,047	15,70 **
Dosis de NPK (D)	2	0,343	0,171	57,00 **
Frecuencias de aplicac. (F)	2	0,063	0,032	10,67 **
Tendencia lineal	1	0,063	0,063	21,15 **
Tendencia cuadrática	1	0,0001	0,0001	0,04 ns
D x F	4	0,009	0,002	0,67 ns
Testigo versus resto	1	0,007	0,007	2,33 ns
Error experimental	27	0,080	0,003	
Total	39	0,509		

Coef. de var. 6,93%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el peso de la pella, separó los promedios en cuatro rangos de significación (cuadro 15). Las pellas fueron de mayor peso en el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con promedio de 0,96 kg, al ubicarse en el primer rango; seguido del tratamiento D3F2 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 15 días), que compartieron el primer rango con promedio de 0,94 kg. Seguidamente se ubicaron el resto de tratamientos que compartieron rangos inferiores, encontrando con el menor peso de la pella al tratamiento D1F1 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), con promedio de 0,66 kg, ubicado en el cuarto rango y último lugar en la prueba, entre otros tratamientos que compartieron el cuarto rango.

Para el factor dosis de NPK, en el peso de la pella, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se obtuvieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 16). El mayor peso de las pellas se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3),

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL PESO DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (kg)	Rango
No.	Símbolo		
9	D3F3	0,96	a
8	D3F2	0,94	a
7	D3F1	0,89	ab
6	D2F3	0,83	abc
3	D1F3	0,75	bcd
5	D2F2	0,75	cd
10	T	0,75	cd
2	D1F2	0,68	d
4	D2F1	0,68	d
1	D1F1	0,66	d

con promedio de 0,93 kg, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos que se aplicó 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O (D2) y los tratamientos que recibieron aplicación de 90 kg/ha de N, 45 kg/ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de K₂O (D1), reportaron pellas de menor peso, al compartir el segundo rango, con promedios de 0,75 kg y 0,70 kg, en su orden.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL PESO DE LA PELLA

Dosis de NPK (kg/ha)	Promedio (kg)	Rango
(150-75-250) D3	0,93	a
(120-60-200) D2	0,75	b
(90 – 45-150) D1	0,70	b

Evaluando el factor frecuencias de aplicación, en el peso de la pella, según la prueba de significación de Tukey al 5% se detectaron dos rangos de significación (cuadro 17). El peso de las pellas fue significativamente mayor en los tratamientos que se aplicó fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), con promedio de 0,85 kg, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 15 días (F2), que compartieron el primero y segundo rangos, con peso promedio de 0,79 kg; mientras que, el menor peso de la pella, registraron los

tratamientos de la frecuencia de cada 10 días (F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 0,74 kg.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL PESO DE LA PELLA

Frecuencias de aplicación	Promedio (kg)	Rango
Cada 20 días F3	0,85	a
Cada 15 días F2	0,79	ab
Cada 10 días F1	0,74	b

La figura 3, muestra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación y el peso de la pella, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la fertilización con la frecuencia de cada 20 días (F3), obteniéndose las pellas de mayor peso, con correlación lineal positiva de 0,98 *, altamente significativa.

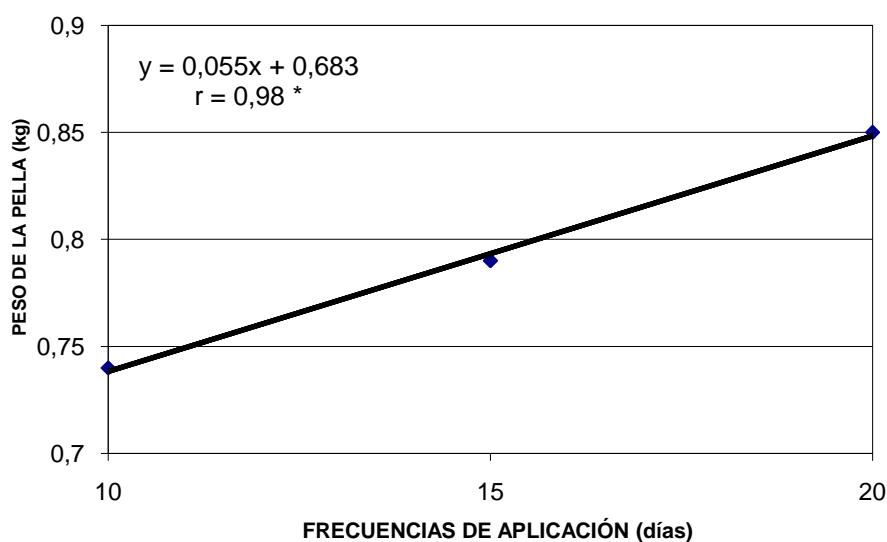


FIGURA 3. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus peso de la pella

La evaluación estadística del peso de la pella, en el cultivo de coliflor, permite apreciar que, los fertilizantes de NPK, influenciaron favorablemente, por cuanto, la mayoría de tratamientos que recibieron aplicación, reportaron pellas de mayor peso que el testigo, a pesar que éste último superó los pesos a varios tratamientos. Es así que, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O (D3), con el cual el peso de la pella se incrementó en promedio de 0,23 kg al comparar con los tratamientos de la dosis (D1). Igualmente, la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, al superar el peso de la pella en promedio 0,11 kg, que los tratamientos de la frecuencia (F1); por lo que es posible inferir que, al aplicar 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O , fraccionadamente cada 20 días, se alcanzan pellas de mejor calidad, por lo que es el tratamiento adecuado para incrementar el peso de la pella, consecuentemente mejorarán los rendimientos. Al referirse a la fertilización, el Vademécum Agrícola (1994), cita que los fertilizantes son elementos esenciales en el crecimiento de las plantas. El nitrógeno es formador de proteínas, el fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y alargamiento celular y otros procesos, el potasio es básico en el crecimiento y actúa en la fotosíntesis; características que beneficiaron el crecimiento y desarrollo de las plantas, obteniéndose consecuentemente pellas de mayor peso.

4.1.5. Rendimiento

Mediante el anexo 5, se detallan el rendimiento para cada tratamiento evaluado, con rendimientos que variaron entre 16,33 t/ha y 32,00 t/ha, promedio general de 22,88 t/ha. Según el análisis de variancia (cuadro 18), existieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Las dosis de NPK causaron diferencias en el rendimiento a nivel del 1%. Las frecuencias de aplicación produjeron diferencias a nivel del 1%, con respuesta lineal altamente significativa. Las interacciones no mostraron significación. El testigo no se diferenció del resto de tratamientos; en tanto que, el coeficiente de variación fue de 9,29%.

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	8,462	2,821	0,63 ns
Tratamientos	9	638,121	70,902	15,70 **
Dosis de NPK (D)	2	520,857	260,428	57,67 **
Frecuencias de aplicac. (F)	2	94,848	47,424	10,50 **
Tendencia lineal	1	94,724	94,724	20,97 **
Tendencia cuadrática	1	0,123	0,123	0,03 ns
D x F	4	13,140	3,285	0,73 ns
Testigo versus resto	1	9,277	9,277	2,05 ns
Error experimental	27	121,943	4,516	
Total	39	768,526		

Coef. de var. 9,29%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del rendimiento, se observaron cuatro rangos de significación (cuadro 19). El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con promedio de 29,46 t/ha, ubicado en el primer rango; seguido del tratamiento D3F2 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 15 días), que compartieron el primer rango con promedio de 28,73 y/ha. Seguidamente se ubicaron el resto de tratamientos que compartieron rangos inferiores, encontrando con el menor rendimiento al tratamiento D1F1 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), con promedio de 17,99 t/ha, ubicado en el cuarto rango y último lugar en la prueba, entre otros tratamientos que compartieron el cuarto rango.

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio (t/ha)	Rango
No.	Símbolo		
9	D3F3	29,46	a
8	D3F2	28,73	a
7	D3F1	26,64	ab
6	D2F3	24,36	abc
5	D2F2	21,49	bcd
10	T	21,44	cd
3	D1F3	21,39	cd
2	D1F2	18,67	d
4	D2F1	18,67	d
1	D1F1	17,99	d

Con respecto al factor dosis de NPK, en la evaluación del rendimiento, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 20). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), con promedio de 28,28 t/ha, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que se aplicó 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O (D2) y los tratamientos que recibieron aplicación de 90 kg/ha de N, 45 kg/ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de K₂O (D1), reportaron menor rendimiento, al compartir el segundo rango, con promedios de 21,51 t/ha y 19,35 t/ha, en su orden.

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL RENDIMIENTO

Dosis de NPK	Promedio	Rango
(kg/ha)	(t/ha)	
(150-75-250) D3	28,28	a
(120-60-200) D2	21,51	b
(90 – 45-150) D1	19,35	b

Examinando el factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del rendimiento, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se observaron dos rangos de significación (cuadro 21). El rendimiento fue significativamente mayor en los tratamientos que se aplicó fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), con promedio de 25,07 t/ha, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 15 días (F2), que compartieron el primero y segundo rangos, con rendimiento promedio de 22,96 t/ha; en tanto que, el menor rendimiento registraron los tratamientos de la frecuencia de cada 10 días (F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 21,10 t/ha.

Mediante la figura 4, se registra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación y el rendimiento, en donde la tendencia lineal positiva de la recta,

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL RENDIMIENTO

Frecuencias de aplicación	Promedio (t/ha)	Rango
Cada 20 días F3	25,07	a
Cada 15 días F2	22,96	ab
Cada 10 días F1	21,10	b

demuestra que los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), con correlación lineal positiva de 0,99 * altamente significativa.

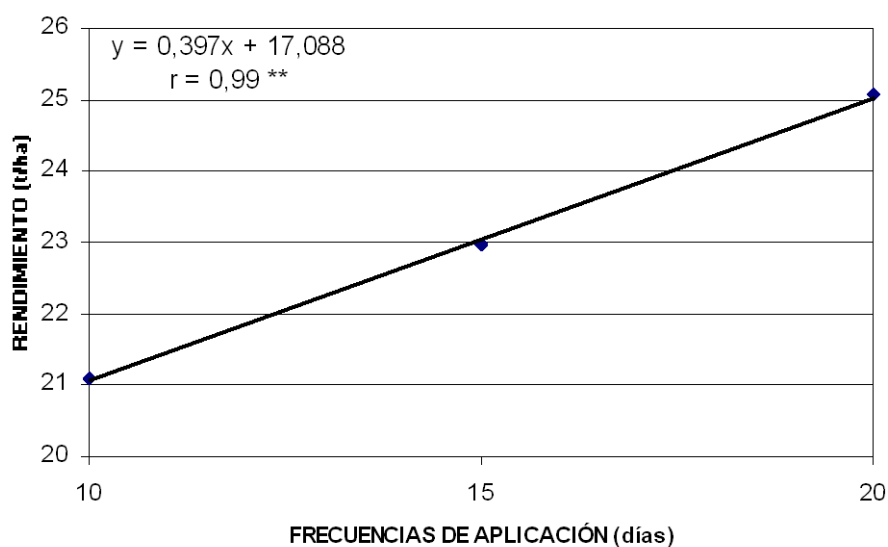


FIGURA 4. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento

Los valores observados en la evaluación del rendimiento, en el cultivo de coliflor, permite deducir que, los fertilizantes de NPK, influenciaron favorablemente, por cuanto, la mayoría de tratamientos que recibieron aplicación, reportaron mayor rendimiento que el testigo, a pesar que éste último superó los rendimiento a varios tratamientos. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3),

con el cual el rendimiento se incrementó en promedio de 8,93 t/ha, al comparar con los tratamientos de la dosis (D1). Igualmente, la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, al superar el rendimiento en promedio 3,97 t/ha, que los tratamientos de la frecuencia (F1); lo que permite inferir que, la aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O , en forma fraccionada con la frecuencia de cada 20 días, se alcanzan los más altos rendimientos, por lo que es el tratamiento adecuado para incrementar la producción y productividad del cultivo; lo que coincide con lo expresado por Juscafresa (1973), que sin una buena fertilización no se pueden obtener cantidades y calidades adecuadas de las cosechas, por lo que los fertilizantes favorecieron a una mejor calidad y peso de las pellas.

4.1.6. Porcentaje de pellas de primera, segunda y tercera categoría

Los anexos 6, 7 y 8, muestran los porcentajes de pellas de primera, segunda y tercera categoría para cada tratamiento evaluado, con promedio general de 36,63%, en primera categoría, 37,19% en segunda categoría y 26,15% en tercera categoría. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 22), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos en primera y tercera categoría y significación en segunda categoría. Las dosis de NPK causaron diferencias a nivel del 1% en primera y tercera categoría y a nivel del 5% en segunda categoría. Las frecuencias de aplicación produjeron diferencias a nivel del 1% únicamente en el porcentaje de pellas de primera categoría, con respuesta lineal altamente significativa. Las interacciones no mostraron significación. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 5% en primera categoría y a nivel del 1% en tercera categoría. Los coeficiente de variación fueron de 6,02%, 8,21% y 12,88%, para cada lectura, en su orden.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el porcentaje de pellas de primera, segunda y tercera categoría, se establecieron siete rangos en primera categoría, dos rangos en segunda categoría y tres rangos en tercera categoría (cuadro 23). El mayor porcentaje de pellas de primera categoría se obtuvo

CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Primera categoría		Segunda categoría		Tercera categoría	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	2,944	0,61 ns	1,605	0,17 ns	0,674	0,06 ns
Tratamientos	9	155,912	32,08**	21,280	2,29 *	206,380	18,13 **
Dosis (D)	2	645,662	132,9 **	36,675	3,94 *	843,887	74,12 **
Frecuenc. (F)	2	35,171	7,24 **	30,914	3,32 ns	39,083	3,34 ns
Tend. lineal	1	58,531	12,1 **				
Tend. cuadrát.	1	11,810	2,43 ns				
D x F	4	2,650	0,55 ns	10,613	1,14 ns	5,793	0,51 ns
Test. vs. resto	1	30,941	6,37 *	13,889	1,49 ns	86,309	7,58 **
Error experim.	27	4,860		9,314		11,385	
Total	39						
Coef. de var. =		6,02%		8,21%		12,88%	

ns = no significativo
 * = significativo al 5%
 ** = significativo al 1%

en el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con promedio de 45,83%, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos D3F1 (150 de N, 75de P₂O₅ 250 de K₂O, frecuencia de cada 10 días) D3F2 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 15 días), con promedio compartido de 42,71%; consecuentemente, éstos tratamientos reportaron el mayor porcentaje de pellas de tercera categoría, en su orden. El mayor porcentaje de pellas de segunda categoría, por su parte, reportó el tratamiento D2F2 (120 de N, 60 de P₂O₅, 200 de K₂O, frecuencia de cada 15 días) con promedio de 42,71%, ubicado en el primer rango. El menor porcentaje de pellas de primera categoría reportó el tratamiento D1F1 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 10 días), con promedio de 27,08%, ubicado en el último rango y último lugar en la prueba; siendo así mismo el tratamiento que mayor porcentaje de pellas de tercera categoría reportó, con promedio de 37,50%.

Analizando el factor dosis de NPK, en el porcentaje de pellas de primera, segunda y tercera categoría, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron tres rangos de significación bien definidos en primera y tercera categoría y dos rangos de significación en segunda categoría (cuadro 24). El mayor porcentaje de pellas de primera categoría se obtuvo en los tratamientos que

CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA

Tratamientos		Promedios (%) y rangos					
No.	Símbolo	Primera categoría		Segunda categoría		Tercera categoría	
9	D3F3	45,83	a	35,42	b	18,75	c
7	D3F1	42,71	ab	37,50	ab	19,79	c
8	D3F2	42,71	ab	38,54	ab	18,75	c
6	D2F3	39,58	bc	38,54	ab	21,88	c
4	D2F1	37,50	bcd	36,46	ab	26,04	bc
5	D2F2	36,46	cde	42,71	a	20,83	c
10	T	33,99	def	35,42	b	30,59	ab
3	D1F3	31,25	efg	35,42	b	33,33	ab
2	D1F2	29,17	fg	36,46	ab	34,38	a
1	D1F1	27,08	g	35,42	b	37,50	a

recibieron aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), con promedio de 43,75%, al ubicarse en el primer rango; siendo así mismo los tratamientos que reportaron menor porcentaje de pellas de tercera categoría. El mayor porcentaje de pellas de segunda categoría se consiguió en los tratamientos que se aplicó 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O (D2), con promedio de 39,24%, ubicado en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de 90 kg/ha de N, 45 kg/ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de K₂O (D1), reportaron el menor porcentaje de pellas de primera categoría, con promedio de 29,17%, ubicado en el tercer rango, siendo así mismo los tratamientos de mayor porcentaje de pellas de tercera categoría.

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE NPK, EN EL PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA

Dosis de NPK		Promedios (%) y rangos					
(kg/ha)		Primera categoría		Segunda categoría		Tercera categoría	
(150-75-250)	D3	43,75	a	37,15	ab	19,10	c
(120-60-200)	D2	37,85	b	39,24	a	22,92	b
(90 – 45-150)	D1	29,17	c	35,76	b	35,04	a

En relación al factor frecuencias de aplicación, en el porcentaje de pellas de primera categoría, la prueba de significación de Tukey al 5%, registró dos rangos de significación bien definidos (cuadro 25). El mayor porcentaje de pellas de primera categoría se alcanzó en los tratamientos que se aplicó fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), con promedio de 38,89%, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos de la frecuencia de cada 15 días (F2) y los tratamientos de la frecuencia de cada 10 días (F1), compartieron el segundo rango, con menor porcentaje de pellas de primera categoría, con promedios de 36,11% y 35,77%, respectivamente.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN, EN EL PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA CATEGORÍA

Frecuencias de aplicación	Promedio (%)	Rango
Cada 20 días F3	38,89	a
Cada 15 días F2	36,11	b
Cada 10 días F1	35,77	b

Gráficamente, mediante la figura 5, se registra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación y el porcentaje de pellas de primera categoría, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que los mejores rendimientos se obtuvieron con la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), con correlación lineal positiva de 0,91 ** altamente significativa.

De la evaluación estadística del porcentaje de pellas de primera categoría, en el cultivo de coliflor, es posible informar que, los fertilizantes de NPK, influenciaron favorablemente, por cuanto, la mayoría de tratamientos que recibieron aplicación, reportaron mayor porcentaje de pellas de primera categoría que el testigo, a pesar que éste último superó los porcentajes a varios tratamientos. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la dosis de 150 kg/ha de N,

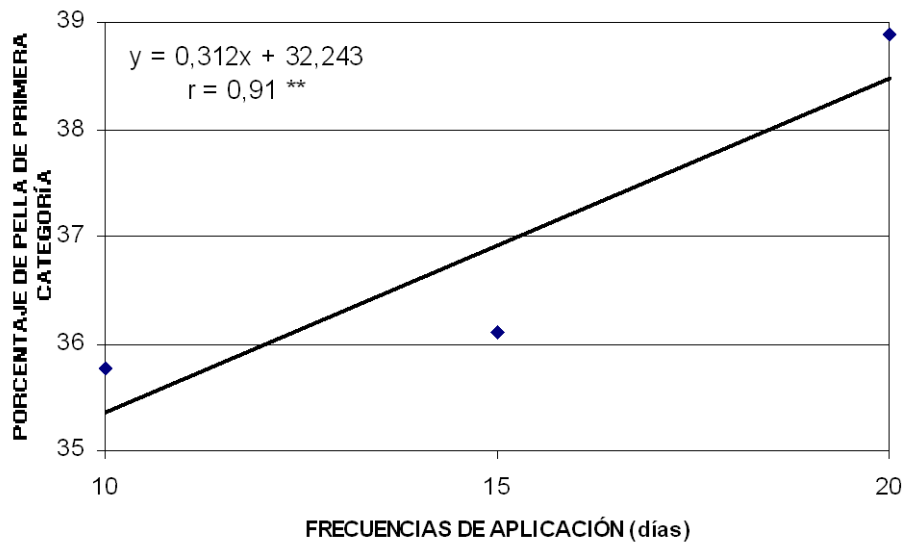


FIGURA 5. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de pellas de primera categoría

75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O (D3), con el cual el porcentaje de pellas de primera se incrementó en promedio de 14,58%, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis (D1). Igualmente, la aplicación de los fertilizantes con la frecuencia de cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, al superar el porcentaje de pellas de primera en promedio 3,12%, que los tratamientos de la frecuencia (F1); lo que permite inferir que, la aplicación de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O , fraccionadamente con la frecuencia de cada 20 días, es el tratamiento adecuado para incrementar la producción y productividad del cultivo, elevando los niveles de los rendimientos. En este sentido, Parsons (1987), explica que los fertilizantes de N, P y K, al participar en las más importantes sustancias orgánicas como clorofila, aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos, aseguran el mejor crecimiento de la planta, fomenta y acelera la producción vegetativa, da al vegetal el color verde característico al follaje, lo que influenció favorablemente con la obtención de mejores rendimientos y pellas de mejor calidad.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para el análisis económico de los tratamientos, en la aplicación de tres dosis de NPK en tres frecuencias en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*),

en el sector La Merced, de la parroquia Izamba, cantón Ambato, se siguió la metodología propuesta por Perrin *et al* (1988), para lo cual se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 26). La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente uso de la mano de obra de acuerdo a las frecuencias de aplicación, de los materiales utilizados y de los costos de las dosis de fertilización que recibió cada tratamiento. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la fertilización por tratamiento.

CUADRO 26. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de obra \$	Materiales \$	Fertilización \$	Costo total \$
D1F1	6,15	1,03	2,38	9,56
D1F2	4,92	0,82	2,38	8,13
D1F3	3,69	0,62	2,38	6,69
D2F1	6,15	1,03	3,18	10,36
D2F2	4,92	0,82	3,18	8,92
D2F3	3,69	0,62	3,18	7,48
D3F1	6,15	1,03	3,97	11,15
D3F2	4,92	0,82	3,97	9,71
D3F3	3,69	0,62	3,97	8,28
T	3,69	0,62	2,49	6,80

El cuadro 27, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso del total de pellas cosechadas por parcela, considerando el precio de un kilogramo de producto en \$ 0,90, para la época en que se sacó a la venta.

CUADRO 27. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratam.)	Precio de 1 kg \$	Ingreso total \$
D1F1	44,40	0,90	39,96
D1F2	46,08	0,90	41,47
D1F3	52,80	0,90	47,52
D2F1	46,08	0,90	41,47
D2F2	53,04	0,90	47,74
D2F3	60,24	0,90	54,22
D3F1	65,76	0,90	59,18
D3F2	70,80	0,90	63,72
D3F3	72,72	0,90	65,45
T	52,80	0,90	47,52

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 28), destacándose el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), con el mayor beneficio neto (\$ 57,17).

CUADRO 28. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Ingreso total	Costo total	Beneficio neto
D1F1	39,96	9,56	30,40
D1F2	41,47	8,13	33,35
D1F3	47,52	6,69	40,83
D2F1	41,47	10,36	31,12
D2F2	47,74	8,92	38,82
D2F3	54,22	7,48	46,73
D3F1	59,18	11,15	48,03
D3F2	63,72	9,71	54,01
D3F3	65,45	8,28	57,17
T	47,52	6,80	40,72

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 29), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes tratamientos dominados.

CUADRO 29. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto \$	Costo total \$
D3F3	57,17	8,28 *
D3F2	54,01	9,71 -
D3F1	48,03	11,15 -
D2F3	46,73	7,48 *
D1F3	40,83	6,69 *
T	40,72	6,80 -
D2F2	38,82	8,92 -
D1F2	33,35	8,13 -
D2F1	31,12	10,36 -
D1F1	30,40	9,56 -

- Tratamientos dominados

* Tratamientos no dominados

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro

30). El tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1 314,31%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CUADRO 30. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto	Costo total	Beneficio neto marginal	Costo total marginal	Tasa marginal de retorno (%)
D3F3	57,17	8,28	10,44	0,79	1 314,31
D2F3	46,73	7,48	5,90	0,79	743,15
D1F3	40,83	6,69			

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la aplicación de tres dosis de NPK en tres frecuencias, en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), permiten aceptar la hipótesis, por cuanto la adecuada aplicación de fertilizante incidió en el crecimiento y desarrollo de las pellas, mejorando la producción y calidad, especialmente con la utilización de la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3) y la frecuencias de cada 20 días (F3), consiguiéndose pellas de mayor diámetro ecuatorial, polar y peso, incrementándose consecuentemente los rendimientos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De la evaluación de tres dosis de NPK en tres frecuencias de aplicación en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), variedad Royal, en el sector La Meced, de la parroquia Izamba, cantón Ambato, se concluye que:

La aplicación de la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), produjo los mejores resultados, mejorando la calidad de las pellas, al obtenerse mayor diámetro polar de la pella (10,50 cm), mejor diámetro ecuatorial de la pella (15,43 cm), con mayor peso (0,93 kg), consecuentemente se obtuvieron los más altos rendimientos (28,28 t/ha); siendo las pellas en su mayor parte de primera categoría (43,75%); por lo que es la dosis apropiada para obtener plantas de mejor crecimiento y desarrollo y elevar la producción y productividad del cultivo. También se desatacó la dosis de 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O (D2), con el segundo mejor diámetro polar de la pella (9,98 cm) y el segundo mejor diámetro ecuatorial de la pella (14,74 cm).

Con respecto a frecuencias de aplicación, en general, la incorporación de las dosis de NPK con la frecuencia de cada 20 días (F3), influenciaron favorablemente en el cultivo, por cuanto se alcanzaron los mejores resultados, obteniéndose pellas de mayor diámetro polar (10,34 cm), como también de mayor diámetro ecuatorial (15,21 cm) y mejor peso (0,85 kg), por lo que se obtuvieron los más altos rendimientos (25,07 t/ha); siendo el mayor porcentaje de pellas de primera categoría (38,89%); por lo que es la frecuencia de aplicación adecuada para la aplicación de los fertilizantes y alcanzar plantas más robustos y vigorosa, mejorando la producción de pellas.

En cuanto a la compactación de la pella, el tratamiento D3F2 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 15 días), reportó pellas categoría 4 (muy compactas), seguido de los tratamientos D1F3 (90 de N, 45 de P₂O₅, 150 de K₂O, frecuencia de cada 20 días) y D3F1 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de

cada 10 días), que reportaron la mayoría de repeticiones con pella categoría 4 (muy compactas). El resto de tratamientos registraron en general la mayoría de repeticiones con pellas categoría 3 (medianamente compactas).

En referencia al testigo, que recibió aplicación del fertilizantes 15-15-15 en dosis de 225 kg/ha, aplicado a los 30 días del trasplante, superó a varios tratamientos en las pruebas de rangos, con diámetro polar de la pella de 9,80 cm, diámetro ecuatorial de la pella 14,28 cm, peso de la pella 0,75 kg, rendimiento de 21,44 t/ha y porcentaje de pellas de primera categoría de 33,99%.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento D3F3 (150 de N, 75 de P₂O₅, 250 de K₂O, frecuencia de cada 20 días), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1 314,31%, siendo el tratamiento más rentable, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

Para obtener pellas de mayor diámetro polar y ecuatorial, de mejor peso e incrementar los rendimientos, con mayor porcentaje de pellas de primera categoría, en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), variedad Royal, incorporar las dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O, con la frecuencia de aplicación de cada 20 días, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó, especialmente en el crecimiento y desarrollo de las pellas, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo. La primera aplicación se efectuará a los 60 días del trasplante, al fondo del surco, tapando una capa de tierra.

Investigar la aplicación de fertilizantes químicos mediante fertirrigación, ensayando diferentes dosis, con macro y micro elementos y en distintas épocas de desarrollo del cultivo, que permita obtener información del comportamiento del cultivo y completar el paquete tecnológico, incrementando la producción y productividad.

Investigar otros factores de producción como abonadura orgánica, necesidades hídricas, fertilización foliar, aplicación de nutrihormonas, entre otros, que permitan ampliar la información del comportamiento del cultivo de coliflor, enfocadas a obtener

pellas de mejor calidad, lo que elevará los índices de producción y productividad, mejorando los rendimientos y dotando de mejores ingresos económicos a los productores, de esta especie hortícola de gran importancia en la zona andina del país.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación de dosis de NPK para mejorar la calidad de la pella, en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*), variedad Royal.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

La inadecuada aplicación de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) incide en la calidad de la pella en el sector de La Merced, parroquia de Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Los abonos son indispensables para la nutrición de las plantas, estos contienen elementos nutricionales que van desde nutrientes primarios, secundarios a micro elementos que son requeridos para el desarrollo e incremento en el rendimiento de los cultivos mejorando de esta manera los ingresos económicos de los productores (Infoagro, 2010).

Los fertilizantes aplicados de forma inadecuada crean un impacto ambiental perjudicial, tanto para el suelo como en muchos de los casos a la planta o cultivo que se aplica, la necesidad radica en la obtención de productos más grandes pero en ciertas circunstancias esto no es así ya que tanto el cultivo como el suelo necesitan de una aplicación adecuada de nutrientes.

La coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) es una hortaliza cultivada en la serranía ecuatoriana especialmente en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y en mayor escala Tungurahua especialmente en el sector de Izamba, siendo éste reconocido por la mayor producción de hortalizas, en este caso de coliflor, pero los agricultores no tienen el conocimiento adecuado de los requerimientos nutricionales de este cultivo, es por ello que la calidad de la pella que se produce es baja y por ende no puede ser ofertada en condiciones favorables en el mercado. Es necesario concientizar al agricultor y demostrarle que mediante un manejo adecuado de los

requerimientos nutricionales de la coliflor se puede mejorar la calidad (Cámara de Agricultura, 2008).

El cultivo de coliflor se ve afectado en el engrose de la pella, esto repercute en la demanda ya que el consumidor requiere pellas de coliflor de buen color, grandes y de sabor agradable, este factor negativo es debido al desconocimiento de las dosis y frecuencias de aplicación de nutrientes, ya que el agricultor por desconocimiento no maneja cantidades exactas de fertilizantes para la obtención de un mejor producto; para superar este inconveniente es necesario aplicar las dosis adecuadas de nutrientes para obtener pellas de coliflor con las características requeridas (Infoagro, 2010).

6.3. OBJETIVOS

6.3.1 Objetivo general

Contribuir al mejoramiento tecnológico del manejo del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), mediante el uso racional de nitrógeno, fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) para mejorar la calidad de la pella.

6.3.2. Objetivos específicos

Aplicar la dosis adecuada de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) para mejorar la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*).

Aplicar NPK para mejorar la calidad de la pella, con la frecuencia de cada 20 días.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El cultivo de coliflor no es uno de los cultivos más apetecidos por los horticultores de la provincia de Tungurahua ya que la superficie sembrada es de apenas 48 ha. Sin embargo es consumida por su alto valor nutricional que lo componen agua en un 92%; energía 24 kcal; proteína 2,0 g; grasa 0,2 g,

carbohidratos 4,9 g; fibra 0,9 g; calcio 29 mg; fósforo 46 mg; hierro 0,6 mg; sodio 15 mg; potasio 355 mg; ácido ascórbico 71,5 mg. Al contener mayor cantidad de agua y potasio colabora con la eliminación de líquidos corporales y posteriormente la pérdida del exceso de peso de la persona quien la consuma (Infoagro, 2010).

Se espera que una eficiente fertilización en el cultivo de coliflor con mezclas eficientes de fertilizantes y en diferentes dosis inducirá a la obtención de pellas gruesas de excelente calidad y de buen contenido nutricional; por lo tanto es necesario realizar las acciones pertinentes para establecer la mejor dosis y tiempo de aplicación de estos fertilizantes para mejorar la productividad del sector hortícola y primordialmente del cultivo de coliflor. Por las mencionadas razones este trabajo pretende mejorar los ingresos del horticultor ofertando al mercado y por ende al consumidor una pella gruesa, de buena calidad y promover así el consumo de esta nutritiva hortaliza.

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Toma de muestras para análisis de suelo

En el lote del cultivo, se tomarán varias submuestras de suelo, cubriendo toda el área, para obtener una muestra de 1 kg de suelo, la cual será enviada al laboratorio de Suelos, aguas, foliares y alimentos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UTA, para su análisis.

6.5.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizará mecánicamente, con la ayuda de un tractor, mediante una arada y rastrada dejando el suelo mullido; luego se nivelará para posteriormente desinfectarlo con Captan (Captan) 250 g/100 l.

6.5.3. Adquisición de plántulas

Las plántulas de la variedad Royal, serán adquiridas de los semilleros ubicados en la parroquia Izamba sector de Yacupamba. Las plántulas presentarán tres

a cuatro hojas verdaderas respectivamente, su altura será de 12 cm con 20 días de germinación. Las plántulas no presentaran presencia de plagas y enfermedades.

6.5.4. Trasplante

El trasplante se efectuará con el suelo en capacidad de campo. Se procederá a trasplantar utilizando las plántulas seleccionadas ubicadas a 0,30 m entre plantas y a 0,60 m entre hileras, para ello se utilizará una pala de sembrar.

6.5.5. Abonadura orgánica

Un mes antes del trasplante, se efectuará la incorporación de materia orgánica (estiércol de pollos bien descompuesto) utilizando la cantidad de 18 t/ha.

6.5.6. Deshierbes

Los deshierbes se realizarán al observar la presencia de malezas en la superficie del ensayo. Se utilizará azadón y se arrimará la tierra a las plantas para evitar que sufran acame; esta labor se efectuará a los 30 días del trasplante.

6.5.7. Riegos

Los riegos serán gravitacionales por surcos con frecuencia de cada ocho días.

6.5.8. Aplicación de fertilizantes

Se aplicarán las dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P_2O_5 y 250 kg/ha de K_2O , con la frecuencia de cada 20 días (tres fraccionamientos). La primera aplicación se hará a los 60 días del trasplante. Las incorporaciones se efectuarán al fondo del surco, tapando una capa de tierra. Como fuente de nitrógeno se utilizará urea al 46%, de fósforo superfosfato triple al 46% y de potasio, nitrato de potasio al 45%.

6.5.9. Controles fitosanitarios

Se realizarán aplicaciones preventivas, utilizando fungicidas e insecticidas para la prevención de enfermedades y plagas.

6.5.10. Cosecha

Cuando las pellas de coliflor alcancen su madurez comercial se procederá a la cosecha manual usando un cuchillo, cortando cada una de las pellas separándola de las hojas.

BIBLIOGRAFÍA

Agrosagi. 2008. Nitrato de potasio. En línea. Consultado el 15 Enero 2011. Disponible en www.agrosagi.com/productos/nitratopotasio.htm.

Cámara de Agricultura. 2008. Agricultura en el Ecuador. En línea. Consultado 13 de febrero del 2012. Disponible en www.agroecuador.com.

Domínguez, A. 1989. Tratado de fertilización. 2 ed. Madrid, Mundi-Prensa. 600 p.

El Heraldo. 2009. Lo más grave de Tungurahua la contaminación de sus ríos. En línea. Consultado el 06 Octubre 2010. Disponible en www.ambato.com/amb-09/indx.php.

El Universo. 2010. Contaminación del canal y daño de cultivos en dos provincias. En línea. Consultado el 06 Octubre 2010. Disponible en www.eluniverso.com/2010-03/12/1447/contamninacioncanal-daño-provincias.html.

Estación Meteorológica Chachoán. 2004. Datos climáticos. En línea. Consultado el 06 Octubre 2010. Disponible en www.tutiempo.net/clima/Ambato_Chachoan/-2004.htm.

FAO. 2009. Coliflor. En línea. Consultado el 06 Octubre 2010. Disponible en faostat.fao.org/producción-consumo-verduras.html.

Faxsa. 2010. Coliflor. En línea. Consultado el 23 septiembre 2010. Disponible en www.faxsa.com.mx/semhort1.

Fertico. 2010. Superfosfato triple. En línea. Consultado el 15 Enero 2011. Disponible en www.fertico.com/20%/ar.

Fertilizando. 2010. Proyecto fertilizar INTA. En línea. Consultado el 15 de Diciembre 2010. Disponible en www.fertilizando.com/articulos/Fertilizantes%20-y%20Soluciones%20Concentradas.asp.

Fueyo, A. 2009. La coliflor. En línea. Consultado 23 septiembre 2010. Disponible en www.ria.asturias.es/RIA/bitstream/coliflor.pdf.

Gross, A. 1981. Abonos. 7 ed. Madrid, Mundi Prensa. 185 p.

Holdridge, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.

Imexcor, S.N. 2010. Fosforo nutriente esencial para las plantas. En línea. Consultado 25 septiembre 2010. Disponible en www.imexcor.com.ar/potasio.htm.

Infoagro. 2010. El cultivo de la coliflor. En línea. Consultado 25 septiembre 2010. Disponible en www.infoagro.com/hortalizas/coliflor.htm.

Infojardin. 2010. Preparación del terreno. En línea. Consultado 25 septiembre 2010. Disponible en fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/coliflor.htm.

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria Agroalimentaria. 2008. Macronutrientes. En línea. Consultado el 15 Abril 2011. Disponible en http://www.inia.es/gcontrec/pub/coliflor_1161158635171.pdf.

Joven Emprendedor Rural. 2004. Producción de col y coliflor. En línea. Consultado el 23 septiembre 2010. Disponible en www.sra.gob.mx/producción_col_coliflor.

Juscafresa, B. 1973. Cultivos de huertas, verduras y plantas raíces. Barcelona, Serrahina Urpi. p. 59-71.

Ortiz, I. 2003. Fertilización con NPK y B en dos híbridos. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Ambato. Consultado el 25 Noviembre 2010.

Parsons, D. 1987. Cebollas y ajos. México, Trillas. 61 p. (Manuales para educación agropecuaria. Producción Vegetal no. 18).

Paredes, E. 2009. Estudios de cultivos agrícolas no tradicionales de exportación. En línea. Consultado el 07 Octubre 2010. Disponible en www.mag.gov.ec/inc-ca/cultivosexportacion20nacvional.doc/productos/nitratopotasio.htm.

Perrin, R.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.

Salazar, H. 1990. Respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) a la fertilización en diferentes niveles de NPK en semillero. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Ambato. Consultado el 25 Noviembre 2010.

SIGAGRO. 2009. Producción a nivel nacional. En línea. Consultado 13 de febreiro del 2012. Disponible en www.dspace.esPOCH.edu.ec.

Swya y Kafkafi. 2005. El potasio como nutriente. En línea. Consultado el 28 Enero 2011. Disponible en www.nutrientes.ec/potasionitratopotasio.htm.

Textos Científicos. 2008. Urea. En línea. Consultado el 15 Enero 2011. Disponible en www.textoscientificos.com/quimica/urea.

Vademécum agrícola (Ecuador). 1999. Quito, Edifarm. 430 p.

Valadez, A. 2001. Producción de hortalizas. 1 ed.. México-México. Ed. Limusa S.A. de CV. 97 p.

Villacís G. 1987. Respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*) al NPK. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. Consultado el 25 Noviembre 2010.

Wikipedia. 2010. Rendimiento de la tierra. En línea. Consultado el 23 de Noviembre del 1010. Disponible en es.wikipedia.org/wiki/rendimiento_economia.-htm.

APÉNDICE

ANEXO 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO

ANEXO 2. DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	8,59	7,00	8,95	9,56	34,10	8,53
2	D1F2	8,23	9,60	8,36	9,71	35,90	8,98
3	D1F3	9,13	9,46	9,95	9,89	38,43	9,61
4	D2F1	9,04	9,00	9,81	9,24	37,09	9,27
5	D2F2	10,79	10,30	9,93	10,44	41,46	10,37
6	D2F3	10,78	10,40	8,19	11,88	41,25	10,31
7	D3F1	10,39	9,30	9,71	10,76	40,16	10,04
8	D3F2	10,53	11,44	10,02	9,50	41,49	10,37
9	D3F3	11,15	12,79	10,10	10,30	44,34	11,09
10	T	10,04	9,60	9,82	9,73	39,19	9,80

ANEXO 3. DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	12,20	12,58	13,60	14,97	53,35	13,34
2	D1F2	13,51	13,90	14,41	14,09	55,91	13,98
3	D1F3	13,34	15,33	14,96	13,34	56,97	14,24
4	D2F1	14,94	14,10	14,46	14,96	58,46	14,62
5	D2F2	14,66	13,70	14,10	14,85	57,31	14,33
6	D2F3	14,18	15,90	15,11	15,90	61,09	15,27
7	D3F1	14,48	14,40	14,84	15,81	59,53	14,88
8	D3F2	16,06	14,90	15,14	15,13	61,23	15,31
9	D3F3	16,96	15,20	16,64	15,65	64,45	16,11
10	T	14,24	14,32	14,29	14,26	57,11	14,28

ANEXO 4. PESO DE LA PELLA (kg)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	0,67	0,66	0,64	0,68	2,65	0,66
2	D1F2	0,62	0,66	0,71	0,73	2,72	0,68
3	D1F3	0,70	0,78	0,77	0,75	3,00	0,75
4	D2F1	0,65	0,77	0,61	0,69	2,72	0,68
5	D2F2	0,79	0,65	0,74	0,83	3,01	0,75
6	D2F3	0,90	0,78	0,81	0,82	3,31	0,83
7	D3F1	0,83	0,82	0,89	1,00	3,54	0,89
8	°F2	0,93	1,01	0,90	0,91	3,75	0,94
9	D3F3	0,95	1,03	0,92	0,93	3,83	0,96
10	T	0,74	0,75	0,76	0,75	3,00	0,75

ANEXO 5. RENDIMIENTO (t/ha)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	18,28	17,89	17,11	18,67	71,95	17,99
2	D1F2	16,33	17,89	19,83	20,61	74,66	18,67
3	D1F3	19,44	22,56	22,17	21,39	85,56	21,39
4	D2F1	17,50	22,17	15,94	19,06	74,67	18,67
5	D2F2	22,94	17,50	21,00	24,50	85,94	21,49
6	D2F3	27,06	22,56	23,72	24,11	97,45	24,36
7	D3F1	24,50	24,11	26,83	31,11	106,55	26,64
8	D3F2	28,53	31,67	27,22	27,50	114,92	28,73
9	D3F3	29,17	28,39	32,00	28,28	117,84	29,46
10	T	21,42	21,39	21,49	21,45	85,75	21,44

ANEXO 6. PORCENTAJE DE PELLAS DE PRIMERA CATEGORÍA

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	29,17	25,00	29,17	25,00	108,33	27,08
2	D1F2	29,17	33,33	29,17	25,00	116,67	29,17
3	D1F3	29,17	33,33	33,33	29,17	125,00	31,25
4	D2F1	37,50	37,50	37,50	37,50	150,00	37,50
5	D2F2	33,33	37,50	37,50	37,50	145,83	36,46
6	D2F3	37,50	37,50	41,67	41,67	158,33	39,58
7	D3F1	45,83	41,67	41,67	41,67	170,83	42,71
8	D3F2	41,67	41,67	45,83	41,67	170,83	42,71
9	D3F3	45,83	45,83	45,83	45,83	183,33	45,83
10	T	36,46	33,57	31,25	34,68	135,96	33,99

ANEXO 7. PORCENTAJE DE PELLAS DE SEGUNDA CATEGORÍA

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	37,50	33,33	33,33	37,50	141,67	35,42
2	D1F2	37,50	37,50	29,17	41,67	145,83	36,46
3	D1F3	33,33	33,33	33,33	41,67	141,67	35,42
4	D2F1	37,50	37,50	37,50	33,33	145,83	36,46
5	D2F2	41,67	45,83	41,67	41,67	170,83	42,71
6	D2F3	41,67	37,50	37,50	37,50	154,17	38,54
7	D3F1	33,33	37,50	41,67	37,50	150,00	37,50
8	D3F2	37,50	37,50	41,67	37,50	154,17	38,54
9	D3F3	37,50	33,33	37,50	33,33	141,67	35,42
10	T	35,40	35,44	35,39	35,45	141,68	35,42

ANEXO 8. PORCENTAJE DE PELLAS DE TERCERA CATEGORÍA

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	D1F1	33,33	41,67	37,50	37,50	150,00	37,50
2	D1F2	33,33	29,17	41,67	33,33	137,50	34,38
3	D1F3	37,50	33,33	33,33	29,17	133,33	33,33
4	D2F1	25,00	25,00	25,00	29,17	104,17	26,04
5	D2F2	25,00	16,67	20,83	20,83	83,33	20,83
6	D2F3	20,83	25,00	20,83	20,83	87,50	21,88
7	D3F1	20,83	20,83	16,67	20,83	79,17	19,79
8	D3F2	20,83	20,83	12,50	20,83	75,00	18,75
9	D3F3	16,67	20,83	16,67	20,83	75,00	18,75
10	T	28,14	30,99	33,36	29,87	122,36	30,59