



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA ESTADÍSTICA

**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DEL EFECTO DE
TRES TIPOS DE ABONO SINTÉTICO ARTIFICIAL, EN LA
PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE MAÍZ (*Zea Mays L.*) EN EL
CANTÓN LORETO – 2021**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ESTADÍSTICA

AUTORA:

SILVIA ELIZABETH LUCIO BARRAGAN

Riobamba - Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA ESTADÍSTICA

**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DEL EFECTO DE
TRES TIPOS DE ABONO SINTÉTICO ARTIFICIAL, EN LA
PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE MAÍZ (*Zea Mays L.*) EN EL
CANTÓN LORETO - 2021**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ESTADÍSTICA

AUTORA: SILVIA ELIZABETH LUCIO BARRAGAN

DIRECTORA: Ing. NANCY ELIZABETH CHARIGUAMAN MAURISACA

Riobamba - Ecuador

2023

©2023, Silvia Elizabeth Lucio Barragan

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, SILVIA ELIZABETH LUCIO BARRAGAN declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de enero de 2023

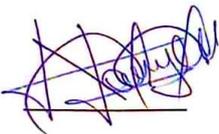
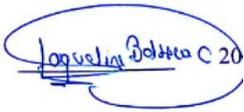


Silvia Elizabeth Lucio Barragan

060553234-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA ESTADÍSTICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, Tipo Proyecto de Investigación: **DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DEL EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO SINTÉTICO ARTIFICIAL, EN LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE MAÍZ (*Zea Mays* L.) EN EL CANTÓN LORETO–2021**, realizado por la señorita: **SILVIA ELIZABETH LUCIO BARRAGAN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Johanna Enith Aguilar Reyes Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-01-18
Ing. Nancy Elizabeth Chariguaman Maurisaca MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-01-18
Dra. Jaqueline Elizabeth Balseca Castro Mgs. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-01-18

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi familia, a mis padres Edito Lucio y Noralma Barragan quienes me han inculcado sus valores y principios, que, con su amor, apoyo incondicional y sus consejos me han orientado y guiado para cumplir mis metas y no darme por vencida en el camino. A mi hermana Noralma Lucio y hermano Anderson Lucio, quienes han sido una base fundamental en mi vida para llegar al éxito.

Silvia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir este sueño tan grande, porque con su amor y sabiduría ha permitido que logre alcanzar cada meta que me he propuesto, por brindarme la capacidad e inteligencia, la paciencia y la sabiduría para comprender las enseñanzas que imparten día a día los docentes. Mi agradecimiento infinito a toda la planta docente de la Escuela, que semestre a semestre fueron impartiendo conocimientos que me han servido para crecer en el ámbito personal y profesional. Además, agradecer a la Ing. Nancy Chariguamán tutora de mi tesis y docente de varias materias a lo largo de mi trayectoria en la institución, y a la Dra. Jaqueline Balseca miembro del trabajo de titulación quienes me han guiado y orientado de la mejor manera por varios años durante mi trayectoria estudiantil y en este trabajo. A Jilyan, Gabriela, Camila, Jhonnatan y Wilson grandes amistades que se forjaron al inicio de este recorrido académico y con quienes he compartido gratas enseñanzas y aprendizajes, y que, además, han sido un apoyo incondicional para juntos lograr nuestras metas.

Silvia

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICES DE TABLAS	x
ÍNDICES DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Bases conceptuales.....	5
1.1.1. <i>Análisis exploratorio de datos</i>	5
1.1.1.1. <i>Estadística</i>	5
1.1.1.2. <i>Medidas de Tendencia Central</i>	5
1.1.1.3. <i>Media Aritmética</i>	5
1.1.1.4. <i>Mediana</i>	5
1.1.1.5. <i>Medidas de Dispersión</i>	6
1.1.1.6. <i>Desviación Estándar</i>	6
1.1.1.7. <i>Varianza</i>	6
1.1.2. <i>Definiciones básicas en el diseño experimental</i>	6
1.1.2.1. <i>Experimento</i>	6
1.1.2.2. <i>Variables, factores y niveles</i>	6
1.1.2.3. <i>Variable de respuesta</i>	6
1.1.2.4. <i>Factores controlables</i>	7
1.1.2.5. <i>Factores no controlables o de ruido</i>	7
1.1.2.6. <i>Factores estudiados</i>	7
1.1.2.7. <i>Niveles y tratamientos</i>	7
1.1.2.8. <i>Error aleatorio</i>	8
1.1.2.9. <i>Error experimental</i>	8
1.1.2.10. <i>Tratamiento</i>	8
1.1.2.11. <i>Unidad experimental</i>	8
1.1.2.12. <i>Tratamiento testigo</i>	8
1.1.2.13. <i>Repetición</i>	8
1.1.2.14. <i>Diseño experimental</i>	9

1.1.2.15. <i>Bloque</i>	9
1.1.2.16. <i>Hipótesis estadística</i>	9
1.1.2.17. <i>Análisis de Varianza (ANOVA)</i>	9
1.1.3. Diseños experimentales	10
1.1.3.1. <i>Etapas en el diseño de experimentos</i>	11
1.1.3.2. <i>Planeación y realización</i>	11
1.1.3.3. <i>Análisis</i>	12
1.1.3.4. <i>Interpretación</i>	12
1.1.3.5. <i>Control y conclusiones</i>	12
1.1.3.6. <i>Principios básicos</i>	13
1.1.3.7. <i>Aleatorización</i>	13
1.1.3.8. <i>Repetición</i>	13
1.1.3.9. <i>Bloqueo</i>	13
1.1.3.10. <i>Diseños en bloques</i>	13
1.1.4. Diseño en bloques completamente al azar (DBCA)	13
1.1.4.1. <i>Características</i>	14
1.1.4.2. <i>Modelo estadístico</i>	14
1.1.4.3. <i>Hipótesis del modelo</i>	15
1.1.4.4. <i>Análisis de la Varianza para el Diseño de Bloques Completamente al Azar</i>	15
1.1.5. Gráficos de medias	16
1.1.6. Comparaciones o pruebas de rango múltiples	16
1.1.6.1. <i>Comparación de parejas de medias de tratamientos</i>	17
1.1.6.2. <i>Método de Tukey</i>	17
1.1.7. Verificación de los supuestos del modelo	17
1.1.7.1. <i>Normalidad</i>	18
1.1.7.2. <i>Varianza constante</i>	18
1.1.7.3. <i>Independencia</i>	19
1.2. Bases teóricas	21
1.2.1. Producto Agrícola	21
1.2.1.1. <i>El maíz</i>	21
1.2.1.2. <i>Condiciones edafoclimáticas del cultivo para el maíz</i>	24
1.2.1.3. <i>Usos del maíz</i>	25
1.2.1.4. <i>Variedad de maíz (h-553)</i>	26
1.2.1.5. <i>Fertilización</i>	27
1.2.2. Fertilizantes	27
1.2.3. Fundamentos de la experimentación agrícola	30

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	31
2.1.	Tipo de Investigación	31
2.2.	Diseño de la Investigación	31
2.3.	Diseño Experimental / Cuasi Experimental / PRE Experimental	31
2.3.1.	<i>Identificaciones variables</i>	31
2.3.2.	<i>Planteamiento de la hipótesis</i>	32
2.3.3.	<i>Matriz de consistencia</i>	32
2.3.4.	<i>Operacionalización de las variables</i>	33
2.3.5.	<i>Localización del Estudio</i>	34
2.3.6.	<i>Población de estudio</i>	34
2.3.7.	<i>Tamaño de la muestra</i>	34
2.3.8.	<i>Método de muestreo</i>	34
2.3.9.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	35
2.3.10.	<i>Modelo Estadístico</i>	35

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
3.1.	Análisis estadístico descriptivo	37
3.2.	Diseño de bloques completamente al azar	37
3.2.1.	<i>Análisis estadístico</i>	38
3.3.	Diagnóstico del modelo	39
3.3.1.	<i>Prueba de normalidad</i>	40
3.3.2.	<i>Prueba de homocedasticidad</i>	40
3.3.3.	<i>Prueba de independencia</i>	40
3.4.	Prueba de comparación de pares de medias	41
3.5.	Gráficos de interacción	41
3.5.1.	<i>Gráficos de efectos principales</i>	42
3.5.2.	<i>Gráficos de interacción</i>	42
	CONCLUSIONES	44
	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1-1:	Arreglo de los datos en un diseño de bloques completamente al azar.	15
Tabla 2-1:	ANOVA para un diseño de bloques completamente al azar.	16
Tabla 1-3:	Rendimiento neto del maíz medido en libras	36
Tabla 2-3:	Rendimiento neto del maíz medido en quintales por hectárea	36
Tabla 3-3:	Rendimiento neto del maíz (qq/ha)	37
Tabla 4-3:	Estadísticas descriptivas de los tratamientos del rendimiento del peso neto del maíz	37
Tabla 5-3:	Rendimiento neto del maíz (qq/ha)	38
Tabla 6-3:	ANOVA para un diseño de bloques completamente al azar.	39
Tabla 7-3:	Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....	40
Tabla 8-3:	Prueba de homocedasticidad de Bartlett.....	40
Tabla 9-3:	Prueba de Durbin-Watson para independencia	41
Tabla 10-3:	Prueba de comparación de pares de medias Tukey	41

ÍNDICES DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Variables de un proceso y preguntas al diseñar un experimento.....	7
Ilustración 2-1:	Ilustración del maíz (Zea Mays L.)	21
Ilustración 3-1:	Estructura del grano de maíz.	23
Ilustración 1-2:	Lugar de la siembra.	34
Ilustración 1-3:	Gráfico de efectos principales de los tratamientos	42
Ilustración 2-3:	Gráfica de interacción de los factores	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	PANORAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES Y TRATAMIENTOS
ANEXO B:	AVAL DE CERTIFICACIÓN AGRÓNOMA
ANEXO C:	RÓTULOS PARA PARCELAS EXPERIMENTALES
ANEXO D:	SIEMBRA DE MAÍZ
ANEXO E:	NITRÒGENO
ANEXO F:	DOSIFICACIÒN DEL NITRÒGENO
ANEXO G:	ROTULACIÒN POR TRATAMIETO NITROGENO
ANEXO H:	DOSIFICACIÒN DEL POTASIO
ANEXO I:	ROTULACIÒN POR TRATAMIENTO POTASIO
ANEXO J:	DOSIFICACIÒN DEL FÒSFORO
ANEXO K:	ROTULACIÒN POR TRATAMIENTO FÒSFORO
ANEXO L:	APLICACIÒN DE LOS TRATAMIENTOS
ANEXO M:	APLICACIÒN DE LOS ABONOS POR TRATAMIENTOS
ANEXO N:	APLICACIÒN DE LOS ABONOS POR TRATAMIENTOS
ANEXO O:	APLICACIÒN DE LOS ABONOS POR TRATAMIENTOS
ANEXO P:	APLICACIÒN DE LOS TRATAMIENTOS
ANEXO Q:	REVISIÒN DE LAS HOJAS DEL MAÍZ PARA EVITAR PESTES
ANEXO R:	PLANTACIÒN DE MAÍZ
ANEXO S:	COSECHA DE MAÍZ POR TRATAMIENTO
ANEXO T:	SECADO DEL MAÍZ POR TRATAMIENTO
ANEXO U:	EVALUACIÒN DEL MAÍZ
ANEXO V:	PROCESO DE PESADO DEL MAÍZ POR TRATAMIENTO
ANEXO W:	TOMA DE DATOS

RESUMEN

El presente trabajo plantea la aplicación de un diseño experimental para comparar tres tratamientos, Nitrógeno (300) kg/ha, Fosforo (40) kg/ha y Potasio (200) kg/ha más un tratamiento testigo para probar si presentan efectos sobre la producción de maíz en el Cantón Loreto. Para la recolección de información se trabajó en conjunto con el técnico agrónomo que guío el proceso de siembra, fertilización, fumigación, cosecha y secado del maíz. Para el análisis estadístico se utilizó el programa informático Excel. Al aplicar el método experimental la técnica empleada fue el diseño en bloques completamente al azar DBCA que probó la influencia de las parcelas en la producción de maíz, mismo que logró determinar al tratamiento 2 como el ganador, este está compuesto por Nitrógeno al nivel de 300 kg/ha, rindiendo en promedio 9.93 qq/ha, puesto que maximiza la producción al comparar con el resto de los tratamientos, los mismos que en qq/ha rinden: T1= 4.53, T3=7.31, T4=5.81. Probando que el tipo de abono sintético Nitrógeno tiene efecto en la producción, lo cual permitió mejorar la calidad y cantidad de maíz. Por tanto, se recomienda a los agricultores del cantón que procedan con la siembra aplicando este abono sintético artificial puesto que se consigue optimizar tiempo y recursos.

Palabras clave: <FERTILIZANTES>, <ABONOS SINTÉTICOS>, <DISEÑO EXPERIMENTAL>, <DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR (DBCA)>, <ANÁLISIS ESTADÍSTICO>, <MAÍZ (Zea Mays L.)>.

0411-DBRA-UPT-2023



D. B. S. A.
Ing. Erickson Castillo



SUMMARY

This work proposed the application of an experimental design to compare three treatments, Nitrogen (300) kg/ha, Phosphorus (40) kg/ha and Potassium (200) kg/ha plus a control treatment to test if they have effects on corn production in Loreto canton. The collection of information was made alongside an agronomist who guided the process of planting, fertilizing, fumigating, harvesting and drying the corn. For the statistical analysis, the Excel computer program was used. When applying the experimental method, the technique used was the randomized complete block design RCBD that tested the influence of the plots on the production of corn, which managed to determine treatment 2 as the winner, this is composed of Nitrogen at the level of 300 kg/ha, yielding an average of 9.93 qq/ha, since it maximizes production when compared with the rest of the treatments, the same as in qq/ha yield: T1= 4.53, T3=7.31, T4=5.81. Proving that the type of synthetic fertilizer Nitrogen has an effect on production, which allowed improving the quality and quantity of corn. Therefore, it is recommended that farmers in the canton proceed with sowing by applying this artificial synthetic fertilizer, since time and resources can be optimized.

Keywords: <FERTILIZERS>, <SYNTHETIC FERTILIZERS>, <EXPERIMENTAL DESIGN>, <RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN (RCBD)>, <STATISTICAL ANALYSIS>, <CORN (Zea Mays L.)>.



Edgar Mesías Jaramillo Moyano
0603497397

INTRODUCCIÓN

El maíz es una planta gramínea originaria de América tropical utilizada tanto fresca como seca para la alimentación humana y animal, este grano es el alimento preferido por su alto contenido calórico y está muy arraigado en la cultura andina. Actualmente, es considerado un producto primario muy importante a nivel mundial debido a la amplitud de su cadena de valor, desde la alimentación humana, animal y de peces hasta el procesamiento en fábricas de alta tecnología. El producto final de este cultivo puede ser alimento, combustible o materias primas para la fabricación de productos químicos como biomateriales.

Con una producción mundial de más de 500 millones de toneladas, el maíz (*Zea Mays L.*) es uno de los alimentos más populares en el continente americano por ser fuente de carbohidratos esenciales para la correcta nutrición del cuerpo humano.

El maíz ha sido uno de los principales cultivos en América Latina desde la antigüedad, originario de México, existen alrededor de 2000 especies, mientras que en Ecuador se han descrito hasta el momento 29 razas, 17 de las cuales corresponden al maíz de Sierra Leona y el resto al maíz de los trópicos. Por otro lado, el 18 por ciento de la colección de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo proviene de Ecuador, que ocupa el tercer lugar en diversidad de cultivos (Guacho, 2014, p. 45).

El maíz crece en diferentes altitudes y climas, es por eso que lo podemos encontrar en la zona oriente del país, por ser un cultivo importante, por ser la principal fuente de alimento, y su aporte económico a la agricultura el desarrollo del país; debido al cultivo en varias provincias como Manabí, Loja, Chimborazo, Orellana y partes del Guayas, el 70% u 80% de la mano de obra se dedica al cultivo, contribuyendo así a lo anterior La región ha generado importantes oportunidades de empleo.

En cuanto a la industria, se destaca por movilizar grandes sumas de dinero para adquirir maíz, ya que es la materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para la región: 80% aves, 15% camarones y el 5% restante para bovinos, ovinos, etc.

La investigación se llevó a cabo en el sector agrícola, ya que encontrar nuevas fuentes de ingresos es una prioridad para las comunidades indígenas del estado de Loreto, que tienen una gran conciencia ecológica y ambiental y tienen la intención de maximizar los rendimientos de producción.

Dado que la agricultura es el comienzo de una serie de posibles experimentos o pruebas, los resultados obtenidos se basan en gran medida en la experiencia e intuición de las personas, y las

conclusiones extraídas solo pueden ser perceptibles, pero no existe una base clara para la aplicabilidad del aprendizaje agrícola.

Dado que la agricultura es el comienzo de una serie de posibles experimentos o pruebas, los resultados obtenidos se basan en gran medida en la experiencia e intuición de las personas, y las conclusiones extraídas solo pueden ser perceptibles, pero no existe una base clara para la aplicabilidad del aprendizaje agrícola.

Es por esto que el "Diseño Experimental" nos guía con sus técnicas rigurosas y confiables y garantiza un correcto análisis estadístico, optimizando tiempo y recursos para maximizar los cultivos, para obtener conclusiones favorables para no cometer errores en la toma de decisiones. Por lo tanto, luego de una evaluación estadística de los tratamientos ganadores que maximicen los rendimientos de producción del maíz en la comunidad Unión y Progreso, se extraerán conclusiones para validar los objetivos planteados al inicio de la investigación.

Antecedentes

Maíz (*Zea Mays L.*) perteneciente a la familia Poáceas, el cultivo del maíz probablemente se originó en América Central, especialmente en México, desde donde se extendió al norte de Canadá y al sur de Argentina. Los arqueólogos han encontrado la evidencia más antigua de maíz en el Valle de Tehuacán (México), de unos 7.000 años, pero puede haber otros centros secundarios de origen en Estados Unidos (Luven, 1993, p. 20).

Para (Luven, 1993, p. 60), El grano era una necesidad para las civilizaciones maya y azteca, y jugaba un papel importante en sus creencias religiosas, celebraciones y alimentación; ambos pueblos incluso afirmaron que la carne y la sangre se elaboraban a partir del maíz. La supervivencia del maíz más antiguo y su propagación se debe a los humanos, quienes recolectaron las semillas y luego las sembraron. A finales del siglo XV, después de que Colón descubriera el continente americano, los cereales se introdujeron en Europa a través de España. Luego se extendió a los climas más cálidos del Mediterráneo y más tarde al norte de Europa.

(Mangelsdorf & Reeves, 1939, p. 11) ha señalado que el maíz se cultiva en todas las áreas del mundo aptas para la agricultura y se cosecha en algún lugar del planeta todos los meses del año. Crece desde los 58°N en Canadá y Rusia hasta los 40°S en el hemisferio sur. Crece bajo el nivel del mar en la llanura del Caspio y a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar en los Andes peruanos. En las tierras bajas tropicales se pueden producir varios cultivos cada año, en otras regiones suele haber uno. Los principales países productores son: China, URSS, Brasil, México, Francia, Yugoslavia, Rumania, Italia, Sudáfrica y Argentina.

Hoy en día, el maíz es uno de los principales alimentos que se cultivan en el mundo, y sus usos se basan no solo en la alimentación humana, sino también en la alimentación animal, así como en la elaboración de ciertas bebidas.

Es por eso que con varios estudios agrícolas se trata de maximizar su rendimiento mediante la optimización de un recurso, y es aquí donde se plantea el diseño estadístico de experimentos, a través de su aplicación es posible analizar los datos obtenidos e interpretar sus resultados, conduciendo a conclusiones válidas y sólidas de este sistema de producción.

Para este estudio se aplicará un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), el cual permitirá obtener resultados para decisiones accionables sobre la producción agrícola máxima, ya que existen algunos recursos que previamente nos han brindado pautas para su aplicación, tales como:

- Respuesta del Maíz (*ZEA MAYS L.*) a la aplicación edáfica complementaria de tres tipos de abono sintético a dos dosis en la Comunidad de Peñas, Cantón Tiwintza, provincia de Morona Santiago”.
- Respuesta del Espárrago (*Asparagus Officinalis*) Híbrido Uc157 a la Aplicación de Tres Dosis de Materia Orgánica y Dos Niveles de Fertilización Nitrogenada. GUAYLLABAMBA – PICHINCHA.
- Respuesta del Cultivo de Remolacha (*Beta Vulgaris*) a la Fertilización Complementaria con Tres Bioestimulantes Foliare Naturales a Dos Dosis. TUMBACO, PICHINCHA.
- Respuesta del Cultivo de Fréjol (*Phaseolus Vulgaris L.*) a la Aplicación Foliar Complementaria con Tres Bioestimulantes. PUEMBO, PICHINCHA.

Cabe mencionar que no se registra un antecedente de algún estudio en la producción de maíz, efectuado en el cantón Loreto por lo cual este será un Estudio Estadístico Experimental Base para la elaboración de estudios posteriores.

Planteamiento del Problema

En la actualidad, el maíz es una materia prima de muchos productos derivados de este, lo cual ayuda a balancear la alimentación humana, así también como para los animales, la importancia de esta cereal abarca más campos dentro del desarrollo de la población pues se aprovecha al máximo el material vegetal; así podemos mencionar que los tallos tiernos se los pueden chupar y cuando están secos se usan para forraje de ganado, construcción de chozas, combustible y abono. Además, las brácteas que cubren la mazorca son utilizadas en la elaboración de humitas y también se puede elaborar artesanías.

Sin embargo, el cultivo de estas plantas en el sector agrícola no ha recibido su debida importancia en cuanto a los abonos adecuados a usarse, es por ello por lo que en base a esta necesidad se presenta un tema de trabajo en el cual se busca determinar a través de una aplicación experimental considerando tres abonos, cuál de estos es el más efectivo para recibir un producto de calidad.

Formulación (Incógnita)

¿Cuál de los fertilizantes de abono sintético artificial aplicados en los cembríos de la planta de maíz favorecen en los parámetros productivos en el Cantón Loreto?

OBJETIVOS

Objetivo General

Aplicar un diseño experimental para el estudio del efecto de tres tipos de abono sintético artificial, en la producción de la planta de maíz (*Zea Mays L.*) en el cantón Loreto - 2021.

Objetivo Específicos

- Realizar un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos dada la producción de la planta de maíz (*Zea Mays L.*) para los tres abonos sintéticos artificiales a estudiarse.
- Determinar el modelo experimental óptimo para la producción de la planta de maíz (*Zea Mays L.*) considerando los tres abonos sintéticos artificiales.
- Diagnosticar los supuestos del modelo experimental aplicado en la producción de la planta de maíz (*Zea Mays L.*) evaluando los tres abonos sintéticos artificiales.
- Realizar pruebas de comparación para pares de medias dada la producción de la planta de maíz (*Zea Mays L.*) aplicando los tres abonos sintéticos artificiales.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Bases conceptuales

1.1.1. *Análisis exploratorio de datos*

1.1.1.1. *Estadística*

La estadística recopila, organiza, presenta y analiza datos y extrae conclusiones y contribuye a la toma de decisiones racional y eficaz (Murray & Larry, 2009, p. 1) .

1.1.1.2. *Medidas de Tendencia Central*

Cuando se dispone de un conjunto de observaciones, es interesante encontrar los valores más agrupados en ellas o los centros de esos valores, una medida descriptiva que permite identificar estos valores se denomina medidas de localización o medidas de tendencia central (Pulido & Salazar, 2008, p. 360) .

1.1.1.3. *Media Aritmética*

Es el promedio simple de n datos de un conjunto dado. La media poblacional (μ) y la media muestral con \bar{x} . Las fórmulas de cada una de estas son:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \qquad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \qquad (1-1)$$

1.1.1.4. *Mediana*

Si hay n datos de un conjunto, para el cálculo de la mediana se debe ordenar de forma creciente, de tal manera que la mediana (\tilde{x}), es:

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{(n+1)/2} & \text{si } n \text{ es impar} \\ \frac{1}{2} \left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1} \right) & \text{si } n \text{ es par} \end{cases} \qquad (2-1)$$

1.1.1.5. *Medidas de Dispersión*

Son parámetros estadísticos que expresan qué tan lejos están los datos de la media aritmética. Sirven como indicadores de la variabilidad de los datos. Las medidas de dispersión más utilizadas son la desviación estándar y la varianza.

1.1.1.6. *Desviación Estándar*

La desviación estándar de n datos de un conjunto de observaciones, corresponde a la raíz cuadrada de la varianza (positiva).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-0)$$

1.1.1.7. *Varianza*

La varianza de n datos de un conjunto de observaciones (Congacha, 2016, p. 70).

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (4-0)$$

1.1.2. *Definiciones básicas en el diseño experimental*

1.1.2.1. *Experimento*

Es un cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso cuyo propósito es medir el efecto de un cambio en uno o varios atributos de un producto o resultado.

1.1.2.2. *VARIABLES, FACTORES Y NIVELES*

Cada proceso involucra diferentes tipos de variables o factores, como se muestra en ilustración 1-1, y también se pueden ver algunos problemas al planificar un experimento.

1.1.2.3. *Variable de respuesta*

A través de estas variables se conoce el efecto o resultado de cada prueba experimental.

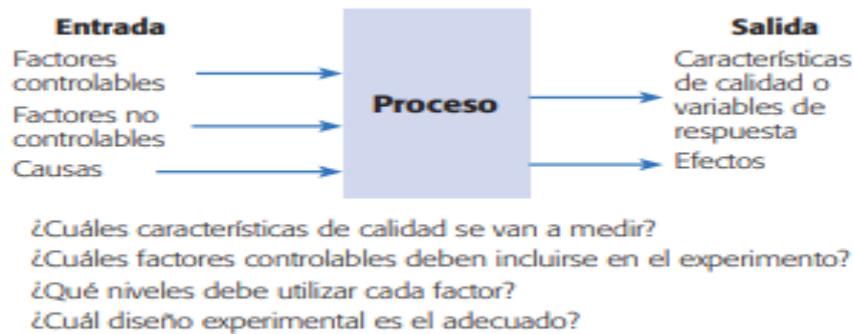


Ilustración 1-1: Variables de un proceso y preguntas al diseñar un experimento.

Fuente: Gutiérrez Humberto, 2008.

El objetivo de muchos estudios experimentales es encontrar formas de mejorar la variable de respuesta. Por lo general, estas variables se representan con la letra *y*.

1.1.2.4. Factores controlables

Son variables de proceso o propiedades del material experimental que se pueden fijar en un nivel dado.

1.1.2.5. Factores no controlables o de ruido

Son variables o propiedades de los materiales y métodos que no se pueden controlar durante los experimentos o la operación normal del proceso.

1.1.2.6. Factores estudiados

Son las variables que se investigan en el experimento, respecto de cómo influyen o afectan a la(s) variable(s) de respuesta.

1.1.2.7. Niveles y tratamientos

Los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental se llaman niveles. Una combinación de niveles de todos los factores estudiados se llama tratamiento o punto de diseño.

1.1.2.8. Error aleatorio

Es la variabilidad observada que no se puede explicar por los factores estudiados; resulta del pequeño efecto de los factores no estudiados y del error experimental.

1.1.2.9. Error experimental

Un componente de error aleatorio que refleja el error del experimentador al planificar y ejecutar el experimento.

1.1.2.10. Tratamiento

Es una de las manifestaciones cuantitativas o cualitativas del factor a estudiar durante el experimento. El tratamiento a investigar durante el experimento puede ser una combinación de varios factores simples (San, 2017, p. 3).

1.1.2.11. Unidad experimental

Es un material experimental para el tratamiento de aplicación uniforme. Puede ser un animal, un conjunto de semillas, una parcela, una maceta, un árbol, una probeta, etc.

1.1.2.12. Tratamiento testigo

Este es un tratamiento comparativo. Por ejemplo, si se va a probar una nueva variedad de plátano en cuanto a aptitud y rendimiento en un área, el plan para la prueba incluiría variedades locales como controles. Si la nueva variedad tiene una fuerte resistencia a enfermedades, insectos, vientos, precipitaciones, etc., y un mayor rendimiento por hectárea, se recomendará la variedad para su uso en el área.

1.1.2.13. Repetición

Cuando un experimento tiene un conjunto de tratamientos capaces de estimar el error experimental, estos tratamientos deben aparecer más de una vez en el experimento para mejorar su precisión, controlar el error experimental y reducir la desviación estándar del error experimental. medio. Así, se entenderá por repetición el número de veces que aparece un tratamiento en un experimento.

1.1.2.14. *Diseño experimental*

Este es el procedimiento seguido para asignar tratamientos a las unidades experimentales. Es un método aleatorio, es decir, asignación aleatoria, porque el tratamiento correspondiente a cada unidad experimental se determina por sorteo o tabla de números aleatorios.

1.1.2.15. *Bloque*

Es un conjunto de unidades experimentales lo más homogéneo posible en el que todos los tratamientos ocurren una sola vez, los bloques deben colocarse perpendiculares al gradiente para minimizar errores.

1.1.2.16. *Hipótesis estadística*

Es una afirmación sobre el valor de un parámetro de una población o proceso que se puede demostrar a partir de la información contenida en la muestra.

1.1.2.17. *Análisis de Varianza (ANOVA)*

La hipótesis de interés es la misma para todos los diseños comparativos, y está dada por:

$$\begin{aligned} H_0: u_1 = u_2 = \dots = u_k = u \\ H_1: u_i \neq u_j \text{ para un } i \neq j \end{aligned} \tag{5-1}$$

El enunciado a probar es que la respuesta media poblacional lograda por cada tratamiento es la misma para los k tratamientos, de modo que cada respuesta media μ_i es igual a la media poblacional global μ . Por tanto, la hipótesis anterior se prueba con un Análisis de Varianza (Viñan, 2012, p. 25).

El análisis de varianza (ANOVA, cuyo acrónimo significa Analysis of Variance, según el término en inglés) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos relacionados en los que la varianza se divide en ciertos componentes debido a las diferencias en las variables explicativas.

1. Diseños para comparar dos tratamientos.

- { Diseño completamente al azar
- { Diseño de bloques completamente al azar
- { Diseño en cuadrados latinos y grecolatinos

2. Diseños para estudiar el efecto de varios factores sobre una variable o más variables respuesta.

{
Diseño factorial 2^k
Diseño factorial 3^k
Diseño factoriales fraccionarios 2^{k-g}

1.1.3. Diseños experimentales

Para (Gutierrez & Vara, 2008, p. 4), el diseño estadístico de un experimento es la forma más efectiva de prueba. El diseño experimental implica determinar qué pruebas se deben realizar y cómo obtener datos que, cuando se someten a análisis estadístico, proporcionen evidencia objetiva que pueda responder a las preguntas planteadas, aclarando aspectos inciertos del proceso, resolviendo problemas o formulando mejoras. Algunos problemas típicos que se pueden abordar a través del diseño y análisis experimental son los siguientes:

1. Compare dos o más materiales para elegir el que mejor se adapte a sus necesidades.
2. Compara varios instrumentos de medición para verificar que tengan la misma precisión y exactitud.
3. Identificar los factores del proceso que afectan una o más características del producto final (X significativo).
4. Identificar las condiciones de operación (p. ej., temperatura, velocidad, humedad) que reducen los defectos o logran un mejor desempeño del proceso.
5. Reducir el tiempo de ciclo del proceso.
6. Hacer que el proceso sea insensible o robusto a las fluctuaciones de las variables ambientales.
7. Apoyar el diseño o rediseño de nuevos productos o procesos.
8. Ayuda a comprender y caracterizar nuevos materiales.

Cuando se quiere mejorar un proceso, hay dos formas básicas de obtener la información que necesita: una es observarlo o monitorearlo a través de herramientas estadísticas hasta obtener señales útiles para mejorarlo, se dice que es una estrategia pasiva. Otro enfoque es experimentar, es decir, realizar cambios estratégicos y conscientes en el proceso para obtener estas señales útiles. Al analizar los resultados experimentales se obtienen pautas a seguir, que muchas veces conducen a mejoras sustanciales en el proceso. En este sentido, es mejor experimentar que esperar a que el propio proceso nos diga cómo mejorarlo. El diseño de experimentos (DDE) son un conjunto de técnicas activas en el sentido de que no esperan a que un proceso envíe una señal útil, sino que lo "manipulan" para proporcionar la información necesaria para la mejora.

1.1.3.1. Etapas en el diseño de experimentos

Un aspecto fundamental del diseño de experimentos es decidir cuáles pruebas o tratamientos se van a realizar y cuántas repeticiones de cada uno se requieren, de manera que se obtenga la máxima información al mínimo costo posible. El arreglo formado por los diferentes tratamientos que serán corridos, incluyendo las repeticiones, recibe el nombre de matriz de diseño o sólo diseño.

Para que un estudio experimental sea exitoso es necesario realizar, por etapas, diferentes actividades. En este sentido, la etapa más importante y a la que se le debe dedicar mayor tiempo es la planeación.

A continuación, se describen de manera breve las etapas del diseño de experimentos con objeto de dar una visión global de lo que implica su correcta aplicación.

1.1.3.2. Planeación y realización

Entender y delimitar el problema u objeto de estudio: En la etapa de planeación se deben hacer investigaciones preliminares que conduzcan a entender y delimitar el problema u objeto de estudio, de tal forma que quede claro qué se va a estudiar, por qué es importante y, si es un problema, cuál es la magnitud de este.

Elegir la(s) variable(s) de respuesta que será medida en cada punto del diseño y verificar que se mide de manera confiable: La elección de esta(s) variable(es) es vital, ya que en ella se refleja el resultado de las pruebas. Por ello, se deben elegir aquellas que mejor reflejen el problema o que caractericen al objeto de estudio. Además, se debe tener confianza en que las mediciones que se obtengan sobre esas variables sean confiables. En otras palabras, se debe garantizar que los instrumentos y/o métodos de medición son capaces de repetir y reproducir una medición, que tienen la precisión (error) y exactitud (calibración) necesaria. Recordemos que los sistemas de medición son la forma en la que percibimos la realidad, por lo que, si éstos son deficientes, las decisiones que se tomen con base en ellos pueden ser inadecuadas.

Determinar cuáles factores deben estudiarse o investigarse, de acuerdo a la supuesta influencia que tienen sobre la respuesta: No se trata de que el experimentador tenga que saber a priori cuáles factores influyen, puesto que precisamente para eso es el experimento, pero sí de que utilice toda la información disponible para incluir aquellos que se considera que tienen un mayor efecto.

Seleccionar los niveles de cada factor, así como el diseño experimental adecuado a los factores que se tienen y al objetivo del experimento: Este paso también implica determinar cuántas repeticiones se harán para cada tratamiento, tomando en cuenta el tiempo, el costo y la precisión deseada.

Planear y organizar el trabajo experimental: Con base en el diseño seleccionado, organizar y planear con detalle el trabajo experimental, por ejemplo, las personas que van a intervenir, la forma operativa en que se harán las cosas, etc.

Realizar el experimento: Seguir al pie de la letra el plan previsto en la etapa anterior, y en caso de algún imprevisto, determinar a qué persona se le reportaría y lo que se haría.

1.1.3.3. Análisis

En esta etapa no se debe perder de vista que los resultados experimentales son observaciones muestrales, no poblacionales. Por ello, se debe recurrir a métodos estadísticos inferenciales para ver si las diferencias o efectos muestrales (experimentales) son lo suficientemente grandes para que garanticen diferencias poblacionales (o a nivel proceso). La técnica estadística central en el análisis de los experimentos es el llamado análisis de varianza ANOVA.

1.1.3.4. Interpretación

Aquí, con el respaldo del análisis estadístico formal, se debe analizar con detalle lo que ha pasado en el experimento, desde contrastar las conjeturas iniciales con los resultados del experimento, hasta observar los nuevos aprendizajes que sobre el proceso se lograron, verificar supuestos y elegir el tratamiento ganador, siempre con apoyo de las pruebas estadísticas.

1.1.3.5. Control y conclusiones

Para concluir el estudio experimental se recomienda decidir qué medidas implementar para generalizar el resultado del estudio y para garantizar que las mejoras se mantengan. Además, es preciso organizar una presentación para difundir los logros.

1.1.3.6. Principios básicos

El diseño de experimentos trata de fenómenos que son observables y repetibles. Por lo tanto, sin el pensamiento estadístico, los conceptos de observabilidad y repetibilidad son inherentemente contradictorios.

1.1.3.7. Aleatorización

Consiste en hacer corridas experimentales en orden aleatorio (al azar); este principio aumenta la posibilidad de que el supuesto de independencia de los errores se cumpla.

1.1.3.8. Repetición

Es correr más de una vez un tratamiento o combinación de factores.

1.1.3.9. Bloqueo

Es nulificar o tomar en cuenta en forma adecuada todos los factores que pueden afectar la respuesta observada.

1.1.3.10. Diseños en bloques

En muchas preguntas de investigación, es necesario diseñar experimentos en los que la variabilidad que surge de diversas fuentes exógenas pueda controlarse sistemáticamente.

1.1.4. Diseño en bloques completamente al azar (DBCA)

En muchas preguntas de investigación, es necesario diseñar experimentos en los que la variabilidad que surge de diversas fuentes exógenas pueda controlarse sistemáticamente.

Con este diseño, los bloques forman una unidad experimental más homogénea para compararlos. Esta estrategia de diseño mejora efectivamente la precisión de las comparaciones al eliminar la variabilidad entre las muestras.

La palabra "completo" significa que se probó todos los tratamientos en cada uno de los bloques. Con este diseño, los bloques forman una unidad experimental más homogénea para compararlos. Esta estrategia de diseño mejora efectivamente la precisión de las comparaciones al eliminar la variabilidad entre las muestras.

El orden en cada bloque se determina aleatoriamente. Este diseño es quizás el diseño experimental más utilizado. En la práctica, los casos en los que se aplica este diseño son muy numerosos y se detectan fácilmente. Las características operativas de los equipos de prueba o las unidades mecánicas suelen ser diferentes y, por lo general, son factores que deben controlarse. Numerosas materias primas, personal o tiempo también son fuentes de variabilidad en los experimentos, que pueden controlarse sistemáticamente a través del análisis de bloques.

1.1.4.1. Características

2. La unidad experimental es heterogénea.
3. Las unidades homogéneas se agrupan en bloques.
4. En cada bloque, el número de celdas es igual al número de transacciones (bloque completo)
5. El procesamiento se distribuye aleatoriamente en cada bloque.
6. El número de repeticiones es igual al número de bloques.

1.1.4.2. Modelo estadístico

Según (H & R, 2008, p. 103) cuando se decide utilizar un DBCA, el experimentador piensa que cada medición será el resultado del efecto del tratamiento donde se encuentre, del efecto del bloque al que pertenece y de cierto error que se espera sea aleatorio. El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}; \begin{cases} i = 1, 2, \dots, k \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases} \quad (6-1)$$

Donde:

Y_{ij} Es la observación en la unidad experimental para el tratamiento i en el bloque j

μ Es el efecto medio global

τ_i Es el efecto debido al tratamiento i

γ_j Es el efecto debido al bloque j

ε_{ij} Es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

Tabla 1-1: Arreglo de los datos en un diseño de bloques completamente al azar.

Tratamiento	Bloque			
	1	2	...	<i>b</i>
1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1b}
1	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2b}
3	Y_{31}	Y_{32}	...	Y_{3b}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<i>k</i>	Y_{k1}	Y_{k2}	...	Y_{kb}

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Donde:

Y_{ij} Son las observaciones para el tratamiento i en el bloque j

k Son los tratamientos

b Es el número de bloques

$Y_{i.}$ Es el total para las observaciones que recibe el tratamiento i

$Y_{.j}$ Es el total para las observaciones que reciben el tratamiento j

$Y_{..}$ Es el total para las observaciones muestrales

$\hat{Y}_{i.}$ Media muestral para el bloque i

$\hat{Y}_{.j}$ Media muestral para el bloque j

1.1.4.3. Hipótesis del modelo

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k = \mu$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

(7-1)

1.1.4.4. Análisis de la Varianza para el Diseño de Bloques Completamente al Azar

El Análisis de la Varianza para un DBCA se muestra mediante el siguiente cuadro:

Tabla 2-1: ANOVA para un diseño de bloques completamente al azar.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F_o	Valor-p
Tratamientos	SC_{TRAT}	$k - 1$	CM_{TRAT}	$F_o = \frac{SC_{TRAT}}{SC_E}$	$P(F > F_o)$
Bloques	SC_B	$b - 1$	CM_B	$F_o = \frac{SC_B}{SC_E}$	$P(F > F_o)$
Error	SC_E	$(k - 1)(b - 1)$	CM_E		
Total	SC_T	$N - 1$			

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Para el cálculo de las fórmulas de la suma de cuadrados para cada fuente de variabilidad y su total se tiene:

$$SC_T = \sum_{j=1}^b \sum_{i=1}^k Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_{i.}^2}{b} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j}^2}{k} - \frac{Y_{..}^2}{N}$$

$$SC_E = SC_T - SC_{TRAT} - SC_B$$

1.1.5. Gráficos de medias

Cuando se rechaza H_0 mediante el ANOVA, y se concluye que no hay igualdad entre las medias poblacionales de los tratamientos, pero no se tiene información específica sobre cuáles tratamientos son diferentes entre sí, el gráfico de medias permite hacer una comparación visual y estadística de las medias de los tratamientos.

1.1.6. Comparaciones o pruebas de rango múltiples

Después de que se rechazó la hipótesis nula en un análisis de varianza, es necesario ir a detalle y ver cuáles tratamientos son diferentes. A continuación, veremos tres estrategias distintas para ir a ese detalle.

1.1.6.1. Comparación de parejas de medias de tratamientos

Cuando no se rechaza la hipótesis nula $H_o = \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k = \mu$, el objetivo del experimento está cubierto y la conclusión es que los tratamientos no son diferentes. Si por el contrario se rechaza H_o , y por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa $H_A = \mu_i \neq \mu_j$ para algún $i \neq j$, es necesario investigar cuáles tratamientos resultaron diferentes, o cuáles provocan la diferencia.

1.1.6.2. Método de Tukey

Una vez que se rechazó H_o en el ANOVA, el problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias, considerando las siguientes hipótesis:

$$\begin{aligned} H_o &= \mu_i = \mu_j \\ H_1 &= \mu_i \neq \mu_j \end{aligned} \tag{8-1}$$

Por ende, este método trata de comparar las diferencias entre medias muestrales con el valor crítico dado por:

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N - k) \sqrt{\frac{CM_E}{n_i}} \tag{9-1}$$

Donde CM_E es el cuadrado medio del error, n es el número de observaciones por tratamiento, k es el número de tratamientos, $N - k$ es igual a los grados de libertad para el error, α es el nivel de significancia prefijado y el estadístico $q_\alpha(k, N - k)$ son puntos porcentuales de la distribución del rango estudentizado.

1.1.7. Verificación de los supuestos del modelo

La validez de los resultados obtenidos en cualquier análisis de varianza queda supeditada a que los supuestos del modelo se cumplan. Estos supuestos son: normalidad, varianza constante (igual varianza de los tratamientos) e independencia. Esto es, la respuesta (Y) se debe distribuir de manera normal, con la misma varianza en cada tratamiento y las mediciones deben ser independientes.

1.1.7.1. Normalidad

Prueba de Shapiro-Wilks para normalidad

Consideremos una muestra aleatoria de datos x_1, x_2, \dots, x_n los datos fueron generados por un proceso normal, mediante las hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal ($F(x)$ es normal).

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal ($F(x)$ no es normal).

Los pasos para la prueba de Shapiro-Wilks son:

- 1) Se ordenan los datos de menor a mayor. Denotemos los datos ordenados por $X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(n)}$
- 2) De la tabla dada en el apéndice para este procedimiento se obtienen los coeficientes a_1, a_2, \dots, a_k , donde k es aproximadamente $\frac{n}{2}$.
- 3) Se calcula el estadístico W definido como:

$$w = \frac{1}{(n-1)S^2} \left[\sum_{i=1}^k a_i (X_{(n-i+1)} - X_{(i)}) \right]^2$$

donde S^2 es la varianza muestral.

- 4) Por último, si el valor del estadístico es mayor que su valor crítico al nivel α seleccionado en la tabla del apéndice, se rechaza la normalidad de los datos.

1.1.7.2. Varianza constante

Prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas

Supongamos que se tienen k poblaciones o tratamientos independientes, cada uno con distribución normal $(N(u_i, \sigma_i^2), i = 1, 2, \dots, k)$, donde las varianzas son desconocidas. Se quiere probar la hipótesis de igualdad de varianzas dada por:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ para algún } i \neq j$$

Mediante un diseño completamente al azar se obtienen k muestras aleatorias de tamaños n_i ($i = 1, 2, \dots, k$) de dichas poblaciones, de modo que el total de mediciones es $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$. El estadístico de prueba para la hipótesis está dado por:

$$x_0^2 = 2.3026 \frac{q}{c}$$

Donde

$$q = (N - k) \log_{10} S_p^2 - \sum_{i=1}^k (n_i - 1)^{-1} - (N - k)^{-1}$$

Y

$$c = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum_{i=1}^k (n_i - 1)^{-1} - (N - k)^{-1} \right)$$

Con

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2}{N - k}$$

donde S_i^2 es la varianza muestral del tratamiento i . Bajo la hipótesis nula de igualdad de varianza, el estadístico x_0^2 sigue una distribución ji-cuadrada con $k - 1$ grados de libertad, por lo que se rechaza H_0 cuando x_0^2 es más grande que $x_{(\alpha, k-1)}^2$. Observe que el estadístico q , en el numerador del estadístico x_0^2 , es grande en la medida de que las varianzas muestrales S_i^2 son diferentes y es igual a cero cuando éstas son iguales.

La prueba de Bartlett es sensible a la falta de normalidad de las poblaciones de interés, por lo que debe comprobarse el cumplimiento de este supuesto.

1.1.7.3. Independencia

Prueba de Durbin-Watson

Esta prueba permite diagnosticar la presencia de correlación (autocorrelación) entre los residuos consecutivos (ordenados en el tiempo), que es una posible manifestación de la falta de independencia. La autocorrelación se presenta en experimentos en los cuales cada medición tiene alguna contaminación de la medición inmediata anterior, lo cual contradice el supuesto de independencia. Sea r el parámetro que representa la correlación entre residuos consecutivos

$(\text{Corr}(e_i, e_{t-1}) = \rho; t = 2, 3, \dots, n).$

La hipótesis en la prueba de Durbin-Watson es:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho > 0$$

donde la alternativa se toma en el sentido mayor (>) porque la autocorrelación positiva es la más frecuente en la práctica. En la gráfica de residuos contra el tiempo se observa autocorrelación positiva cuando los puntos caen encadenados. Por el contrario, cuando los puntos se van alternando de negativos a positivos la autocorrelación es negativa. El estadístico de Durbin-Watson es:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n (e_i)^2}$$

Donde los $e_i, i = 1, 2, \dots, n$ son los residuos ordenados en el tiempo. La decisión sobre la hipótesis dada consiste en la siguiente regla:

Si $d < d_L$ Se rechaza H_0

Si $d < d_U$ No se rechaza H_0

Si $d_L \leq d \leq d_U$ Sin decisión

donde d_L y d_U son cotas que se leen en tablas dadas en el apéndice. Para entrar a las tablas se requiere el número de residuos n , el nivel de significancia prefijado α y el número de variables explicativas o regresoras en el modelo, p .

En caso de interesar la hipótesis de autocorrelación negativa ($H_A: \rho < 0$) se utiliza el estadístico $d^t = 4 - d$, donde d se calcula con la ecuación descrita anteriormente. En caso de interesar la hipótesis bilateral con alternativa $H_A: \rho \neq 0$, se combinan las dos pruebas unilaterales de tamaño α de manera que la prueba bilateral tenga el tamaño deseado 2α .

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Producto Agrícola

1.2.1.1. El maíz



Ilustración 2-1: Ilustración del maíz (*Zea Mays L.*)

Fuente: Correa Andrés, 2021.

El Maíz (*Zea Mays L.*), también conocido como choclo, es una hierba originaria de las Américas e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal más productivo del mundo (Pliego, 2020, p. 25).

El maíz es una planta monoica, sus inflorescencias masculinas y femeninas aparecen en la misma planta. Aunque es anual, su rápido crecimiento le permite alcanzar una altura de 2,5 m, con tallos erectos, rígidos y robustos; algunas variedades silvestres alcanzan los 7 m de altura (Viñan, 2012, p. 25).

El tallo, a su vez, está formado por tres capas: una epidermis externa, impermeable y transparente, una pared por la que circulan las sustancias alimenticias, y una médula, un tejido esponjoso y blanco que almacena reservas de alimentos (especialmente azúcar).

Las hojas tienen una forma delgada y se enrollan firmemente sobre el tallo, produciendo espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco de árbol o mazorca cubierta con hileras de granos, que son las partes comestibles de la planta, y el número de granos puede variar de ocho a treinta.

Es una planta y flor de noche larga con un cierto número de días $> 10^{\circ}\text{C}$ (50°F) en el ambiente al que se adapta. Este grado de influencia de la noche larga significa que el número de días que debe pasar antes de que florezca está dictado y regulado genéticamente por el sistema de fitocromos. Los fotoperíodos pueden ser peculiares en las variedades tropicales, y los días largos (noches cortas) en latitudes altas permiten que las plantas crezcan tan altas que no tienen tiempo suficiente

para sembrar antes de que las heladas las maten. Sin embargo, estas propiedades son muy útiles para utilizar maíz tropical en biocombustibles.

Aparentemente, la gruesa cobertura de brácteas de su mazorca, la forma en que los granos están dispuestos y firmemente adheridos, impide que la planta germine sus granos. Su simbiosis con la especie humana parece tan completa que algunos investigadores lo llaman un "artefacto cultural", aunque se trata de conceptos mágicos y alejados de la realidad. Cuando las espigas caen al suelo, las brácteas son devoradas por el hongo, pero no sus carióspsides, que germinan, creando una competencia muy intensa que mantendrá vivas solo unas pocas de cada espiga. Cualquier sujeto rural lo ha experimentado, así que no dejes la mazorca sin cosechar, para que el maíz "guacho o tierno" no se defienda solo.

Hay maíz en la naturaleza, y su negación es otra afirmación milagrosa de que no hay evidencia científica de que el maíz haya sido replantado sin intervención humana. Las plantas caídas y sus espigas en contacto con el suelo, así como las condiciones húmedas, aseguraron la continuidad de las especies del año.

Debido a su gran número de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a los suelos deficientes en nutrientes y caídas debido a los fuertes vientos.

Historia

El centro geográfico de origen y dispersión se localiza en la ciudad de Coxcatlán, en el Valle de Tejucan, Puebla, en la llamada Mesa Central de México a una altura de 2,500 metros. En este lugar, el antropólogo estadounidense Richard Stockton McNish descubrió restos arqueológicos de plantas de maíz, que se estima que datan del año 7000 a. C. Considerando que allí estuvo el centro de la civilización azteca, es lógico concluir que el maíz fue una importante fuente de alimento para los habitantes.

Todavía se pueden ver pinturas, grabados y esculturas que representan el maíz en la galería de la pirámide (todavía se conserva). Sin agricultura, sin un sistema de medición del tiempo para organizar las actividades diarias y los rituales del pueblo estadounidense, la gran civilización estadounidense no habría surgido.

Genética

Tiene 10 cromosomas ($n = 10$), su longitud total es de 1500 cm y algunos de sus cromosomas son muy repetitivos, en la gama heterocromática que produce la raza de grano oscuro. Esos "cambios" individuales fueron polimórficos entre las razas de maíz y teosinte. Barbara McClintock usó estos

cambios como marcadores para probar su teoría del transposón del "gen saltador", por la que recibió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1983.

Estructura del grano de maíz

El desarrollo de los granos de maíz a través de la acumulación de productos fotosintéticos, a través de la absorción de raíces y el metabolismo de las plantas a través de las raíces y el metabolismo de las plantas de maíz en las inflorescencias femeninas.

Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos, dependiendo del número de hileras y del diámetro y largo de la mazorca. Los pesos de los núcleos pueden variar ampliamente, desde alrededor de 19 a 30 gramos por 100 núcleos.

Durante la cosecha, las mazorcas de maíz se extraen de la planta de forma manual o mecánica. Las brácteas que rodean la mazorca se pelan y los granos se separan a mano o, más comúnmente, mecánicamente.

Los granos de maíz se conocen botánicamente como cariósipide o cariopsis; cada grano contiene una cubierta de semilla o cubierta de semilla y una semilla.

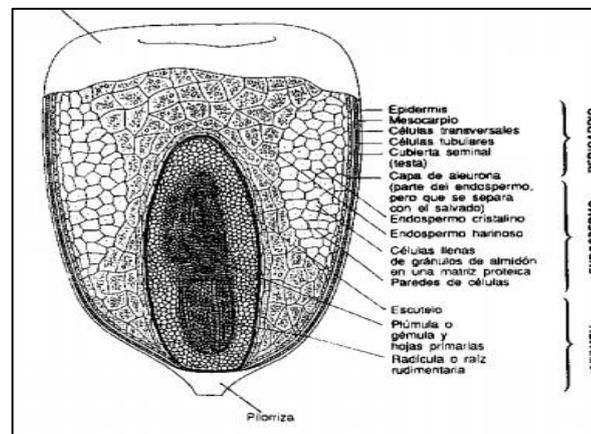


Ilustración 3-1: Estructura del grano de maíz.

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

En la figura se muestran también las cuatro estructuras físicas fundamentales del grano: el pericarpio, cáscara, o salvado; el endospermo; el germen o embrión; y la piloriza (tejido inerte en que se unen el grano y el carozo). Wolf et al. (1952) y Wolf, Koo y Seckinger (1969) han descrito adecuadamente la anatomía general y la estructura microscópica de estos elementos anatómicos (Luven, 1993, p. 15).

1.2.1.2. *Condiciones edafoclimáticas del cultivo para el maíz*

- **Exigencia climática**

La temperatura necesaria para el maíz se encuentra en un intervalo de 25 a 30°C. En climas húmedos, es necesario para que germine la semilla una temperatura entre los 15 a 20°C.

La temperatura mínima que soporta el maíz es de 8°C, se considera que a partir de los 30°C puede ocasionar daños severos esto gracias a mala absorción de los nutrientes, minerales y agua. Para que el producto de frutos se requiere una temperatura entre los 20 a 32°C.

- **Pluviometría y riegos**

- **Pluviometría**

En la etapa de crecimiento del maíz es evidente la necesaria cantidad de agua que se encuentra en un contenido de los 40 a 65 cm, la mayoría de las veces se presenta en forma de lluvia.

- **Riegos**

La exigencia de agua que presenta el maíz es de un orden de 5 mm al día. Para ello existen varias formas de realizar el riego por aspersión y a manta. En muchos casos se emplea más el riego por aspersión. Los requerimientos de agua varían a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a crecer, se requiere menos agua, pero se requiere una humedad constante.

- **Exigencias en suelo**

El maíz es excelente para adaptarse a todo tipo de suelo, pero los suelos con un pH entre 6 y 7 son los mejores. También necesitan un suelo profundo, rico en materia orgánica, con buen drenaje y circulación para no crear charcos que puedan asfixiar las raíces.

Siembra, cosecha y secado del maíz.

- **Siembra**

Entre el mes de agosto o septiembre se siembra el maíz en países de América latina. Al sembrar directamente se deben cultivar 60 mil a 70 mil semillas por hectárea. Los surcos o zanjas se ubican a una distancia de 52 cm o a 70 cm.

En la siembra, también se aplica al maíz fosfato diamónico, que aporta fósforo y nitrógeno. El fósforo es un nutriente que muchos cultivos necesitan cuando brotan, por lo que a este fertilizante se le llama "arrancador". Cuando el maíz esté a 20 cm del suelo y crezca de 2 a 3 hojas, debe fertilizar con urea granular o UAN.

- **Cosecha**

En Ecuador, la cosecha del maíz generalmente se lo hace manualmente, esta práctica consiste en dejar el maíz en el campo adherido a las plantas por un tiempo considerando los factores ya antes mencionados, proceso en el cual el grano logra cercarse.

Las practicas más comunes utilizadas en este proceso son:

- Mantener las plantas enteras, de pie hasta que el maíz se seque.
- Cortar la parte superior de las plantas (espiga o flor masculina), para permitir una mayor exposición de las mazorcas al sol.
- Doblado o quebrado, aquí se procede a doblar la parte superior de la planta o solamente la mazorca, para que la punta quede hacia abajo, con esto se pretende evitar que el agua de lluvia penetre al interior de la mazorca y disminuir el daño de los pájaros.

- **Secado**

El secado es una medida importante para obtener granos de alta calidad, libres de hongos y microorganismos, y brindar características de calidad adecuadas para su comercialización y uso final.

1.2.1.3. Usos del maíz

Hay tres usos posibles para el maíz: alimentos, forrajes y materias primas industriales. Como alimento, se pueden utilizar cereales integrales maduros o inmaduros, o se puede utilizar la tecnología de molienda en seco para obtener más productos intermedios.

Como alimento, en los países desarrollados, más del 60% de la producción se utiliza para hacer compuestos para aves, cerdos y rumiantes; en los últimos años, incluso en los países en desarrollo donde el maíz es el alimento básico, una mayor proporción de los productos se utilizan como ingredientes para alimentos balanceados.

Como beneficio húmedo, produce almidón de maíz y subproductos, incluido el gluten utilizado como ingrediente alimentario, y el germen de maíz, procesado en aceite, produce harina de germen como subproducto; se han realizado intentos para utilizar el subproducto en diferentes mezclas y formulaciones alimenticias para consumo humano.

El aumento de los precios del petróleo ha impulsado una mayor investigación sobre la fermentación del maíz para producir alcohol combustible, que se usa ampliamente en partes de los Estados Unidos. Algunas bebidas alcohólicas también se elaboran con maíz fermentado.

Maíz híbrido

El desarrollo del maíz híbrido es sin duda una de las innovaciones más refinadas y productivas en el fitomejoramiento. Esto ha resultado en que el maíz se convierta en un importante cultivo alimentario que requiere una transformación tecnológica rápida y extensa en su cultivo y productividad; también ha sido un catalizador para una revolución en la agricultura de otros cultivos.

El alto rendimiento del maíz tropical usando heterosis y la investigación y el desarrollo de excelentes variedades híbridas están muy atrasados, y la utilización de maíz híbrido en áreas tropicales ahora está recibiendo más atención. El maíz híbrido ha sido ampliamente aceptado en algunas regiones subtropicales y otros ambientes favorables en los trópicos, con condiciones de alto rendimiento de maíz. Los rendimientos promedio para grandes áreas son de 5 a 6 t/ha, pero este no es el caso en la mayoría de los ambientes tropicales donde se cultiva maíz.

Los híbridos tienen mayor alcance en ambientes tropicales y deben ser analizados y utilizados críticamente.

1.2.1.4. Variedad de maíz (h-553)

Los híbridos y variedades de maíz duro producidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y ofrecidos a los productores cubrieron en promedio el 23,43% de la superficie cultivable durante el período de estudio de 2000 a 2008, mostrando una tendencia creciente (Paliwal, 2001, p. 48).

Así, en el año 2008, esta cobertura fue del 33,69% de la tierra cultivable, la cual mostró una muy buena participación de mercado debido a la alta aceptación del material producido por el INIAP, que se manifestó principalmente entre los pequeños y medianos productores, que comenzaron a reponer la curva de oferta. como resultado de un aumento en la producción, principalmente debido a que los productores adoptaron tecnologías resultantes de las investigaciones realizadas por el INIAP.

En cuanto a la variedad H-553, es un maíz híbrido mayormente manejado en la zona costera central u oriental, posee un rendimiento de 180 qq por hectárea y tiene una altura de planta de 2.40 m y se cosecha a los 115 días.

Apto para cualquier condición de riego, pero no recomendado en la región oriental por ser una región lluviosa. Tiene una buena mazorca amarilla cristalina, en fin, es un híbrido para clima cálido, y por su calidad tiene un alto rendimiento con poca inversión.

1.2.1.5. Fertilización

El Reglamento de Fertilizantes de la UE define los fertilizantes como "sustancias cuya función principal es proporcionar nutrientes a las plantas". El acto de proporcionar fertilizante se llama fertilización. Los fertilizantes junto con las enmiendas forman parte del producto fertilizante. Los fertilizantes se han utilizado desde la antigüedad, cuando los fosfatos de hueso (calcinados o sin calcinar) se añadían empíricamente al suelo.

Los abonos aportan:

- Elementos de base, nitrógeno (símbolo químico N), fósforo (P), potasio (K). Se habla de abonos de tipo NPK si los tres están asociados juntos. Si no se habla igualmente de N, NP, NK, PK.
- Elementos secundarios, calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg), 2 oligoelementos tales como el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el cobre (Cu), el boro (B), el zinc (Zn), el cloro (Cl), el sodio (Na), el cobalto (Co), el vanadio (V) y el silicio (Si).

Estos elementos secundarios se encuentran habitualmente en cantidad suficiente en el suelo, y son añadidos únicamente en caso de carencia.

Las plantas requieren cantidades relativamente grandes de elementos básicos. Por lo tanto, el nitrógeno, el fósforo y el potasio son los elementos que más necesitan incorporarse al suelo.

1.2.2. Fertilizantes

ABONOS SINTÉTICOS (ó fertilizantes químicos)

Según (Viñan, 2012, p. 42), los fertilizantes sintéticos están compuestos principalmente por nitrógeno, fósforo y potasio, que son los más importantes para el crecimiento vigoroso de las plantas y, a su vez, los que más luz utilizan en el suelo. Se necesita una referencia más profunda a los tipos de fertilizantes sintéticos utilizados en la implementación del proyecto, estos son:

➤ **Nitrógeno**

Además de vitaminas o aminoácidos, las plantas también necesitan elementos químicos en ellas, uno de los más importantes es el N, que se aplica mediante fertilizantes en forma de urea, nitratos, complejos de amonio o amoníaco puro. Los fertilizantes nitrogenados más importantes son: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , KNO_3 y NH_4NO_3 .

El nitrógeno es el gasto más grande para la fertilización de los cultivos, y debido a su alta solubilidad en agua, se convierte en una fuente importante de contaminación del agua. El nitrato

cae a las capas inferiores del suelo cuando hay demasiada agua, y sube a la superficie debido a capilaridad cuando el agua escasea, lo que supone una doble contaminación superficial y subterránea.

Importancia del nitrógeno en la fertilidad de los suelos.

El nitrógeno es uno de los macronutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas. El contenido de nitrógeno en el suelo es muy rico, dependiendo del contenido de materia orgánica. El suelo contiene 0.02 - 0.4% N, 98% del cual está en forma orgánica. Solo una pequeña fracción puede ser asimilada por las plantas.

El nitrógeno proporciona a las plantas la formación de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila, y representa más del 20% del peso seco de las plantas. La cantidad en el suelo depende de varios factores como el clima, el tipo de vegetación, el tipo de suelo, etc.

Para la fertilización se debe tener en cuenta varios factores:

1. La respuesta del cultivo
2. Condiciones climáticas de temperatura y pluviometría de la zona
3. Condiciones de drenaje del suelo
4. Cantidad de fertilizante
5. Cubierta de residuos
6. Textura
7. Estructura
8. Control dinámico del nitrógeno

➤ Fósforo

El fósforo es un componente importante de las verduras, con una abundancia promedio de P₂O₅ de aproximadamente 0,5 % a 1 % de materia seca. Se encuentra en parte en estado mineral, pero principalmente forma complejos fósforo-orgánicos con lípidos, proteínas y carbohidratos, como lecitina, nucleoproteínas (componentes de los núcleos celulares) y fitoquímicos (órganos reproductores).

El fósforo participa activamente en la mayoría de las reacciones bioquímicas complejas de las plantas en las que se basa la vida: respiración, síntesis y descomposición de carbohidratos, síntesis de proteínas, actividad de amilasa, etc.

El papel fundamental del fósforo en la transferencia de energía está bien establecido. Los iones de fósforo pueden recibir la energía luminosa capturada por la clorofila y transmitirla a las plantas. También es importante en el metabolismo de diversas sustancias bioquímicas.

En general, se puede decir que es un elemento regulador de la vegetación y por tanto un factor de calidad. Pasa a favorecer el período de vegetación que es crítico para el rendimiento de los cultivos: fertilización, maduración y movimiento de reservas.

El suministro insuficiente de fósforo se manifestará mediante el análisis de plantas con bajo contenido de fósforo en órganos verdes y granos. Para los agricultores, esto significará un retraso en el crecimiento, deficiencias en la fertilización, movimientos inusuales de reservas y retrasos en la maduración, que en conjunto se traducen en una reducción más o menos pronunciada de la cosecha y la calidad.

➤ **Potasio**

El potasio se absorbe fuertemente durante el período joven de las plantas de maíz. En la mayoría de los suelos, las pérdidas de potasio son relativamente pequeñas. A menos que la textura del suelo sea muy áspera, es recomendable aplicar completamente fertilizante de potasio al momento de la siembra, en forma de una banda enterrada en el costado y debajo de la semilla. El cloruro de potasio se utiliza principalmente en mezclas de fertilizantes. También se utiliza como materia prima para la fabricación de otros compuestos de potasio. El potasio es un elemento muy abundante, ocupando el séptimo lugar entre todos los elementos de la corteza terrestre, el 2,59% de este corresponde al potasio en forma combinada. El agua de mar contiene 380 ppm, lo que significa que el potasio es el sexto más abundante en solución.

Aplicación de los abonos

Los fertilizantes generalmente se incorporan al suelo, pero también se pueden proporcionar a través del agua de riego. Una técnica especial, la hidroponía, permite alimentar las plantas con o sin sustrato. Las raíces se desarrollan a medida que una solución nutritiva (agua más fertilizante) circula en contacto con ellas. La composición y concentración de la solución nutritiva debe ajustarse constantemente (Viñan, 2012, p. 48).

En algunos casos, la fertilización parcial se puede realizar por pulverización foliar. De hecho, las hojas pueden absorber fertilizantes si son solubles y la superficie de la hoja se mantiene húmeda durante mucho tiempo. Esta absorción es siempre limitada en cantidad. Por lo tanto, se pueden aportar muchos oligoelementos de esta forma, considerando la pequeña cantidad de oligoelementos que necesitan las plantas.

Los abonos deben ser utilizados con precaución, generalmente se sugiere:

- Evite los excesos, ya que las contribuciones suplementarias más allá de ciertos umbrales no solo no tienen ningún beneficio económico, sino que pueden ser tóxicas para las plantas (especialmente los oligoelementos) y dañar el medio ambiente.

- Controlar su efecto sobre la acidez del suelo. Considere las posibles interacciones entre los elementos químicos.

1.2.3. Fundamentos de la experimentación agrícola

La estadística es uno de los elementos básicos de los experimentos agrícolas, porque es a través de ella que se pueden sacar algunas conclusiones sobre tales experimentos.

El desarrollo agrícola de un país se basa en la investigación realizada en el campo, a través de la experimentación. Cualquier modelo de tecnología de cultivo, cuando se introduce por primera vez en un área, debe probarse para poder adaptarse y difundirse entre los agricultores. Esto se debe a que las condiciones del clima y del suelo varían según la región, la estación y el año.

Para hacer un uso óptimo de los recursos disponibles, los experimentos deben diseñarse de acuerdo con los principios estadísticos, lo que permite al experimentador sacar conclusiones correctas sobre un problema en particular. El experimentador y el estadístico deben planificar los experimentos juntos. Para esto, el estadístico debe tener un estándar práctico y el experimentador debe tener un estándar estadístico.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de Investigación

Por el método de investigación cuantitativa, ya que las variables en estudio son mudables estadísticas, según el objetivo aplicada ya que la investigación se centra en la solución de un problema en el campo agrícola, según el nivel de profundización en el objeto de estudio exploratoria, ya que busca determinar la respuesta del maíz a la aplicación de tres abonos sintéticos artificiales, según la manipulación de variables experimental ya que la matriz de información proviene de la recolección de datos, según el tipo de inferencia inductiva ya que se busca conocer el mejor tratamiento de abono, a través de la información recolectada en el estudio, según el periodo temporal longitudinal ya que se analizó al individuo en el lapso del tiempo (Hernández Sampieri et al. 2014) (Patten and Newhart 2018).

2.2. Diseño de la Investigación

Por el método de investigación cuantitativa, ya que las variables en estudio son mudables estadísticas y según la manipulación de variables experimental, ya que la matriz de información proviene de la recolección de datos (Berger et al. 2018).

2.3. Diseño Experimental / Cuasi Experimental / PRE Experimental

2.3.1. *Identificaciones variables*

Lo principal para empezar el desarrollo es tener claramente identificadas las variables y factores que intervienen en el diseño, por tanto, se tiene:

Peso de la producción del maíz (lb/ha): variable cuantitativa

Aplicación de los abonos: (Tratamiento)

Nitrógeno: variable cuantitativa

Fósforo: variable cuantitativa

Potasio: variable cuantitativa

2.3.2. Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis nula: No hay un efecto diferente de los tratamientos en el rendimiento del peso neto del maíz.

Hipótesis alternativa: Al menos hay un efecto diferente de los tratamientos en el rendimiento del peso neto del maíz.

2.3.3. Matriz de consistencia

Tabla 1-2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>Actualmente en el cantón Loreto, la agricultura de maíz es sobrevalorada por los compradores o dueños de los locales de comercio, esto dado a que los agricultores no cuentan con guías de siembra y aplicación correcta de los abonos dado que no se ha realizado ningún estudio en esta provincia, es por eso que se busca dar solución a esto, realizando un estudio experimental el cuál permita identificar el mejor tratamiento que de soluciones fiables sobre el rendimiento en el peso neto del maíz, para que los productos sean de calidad y se pague lo justo por su trabajo.</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>No existe un estudio anterior en el cantón Loreto, que permita a los agricultores tener una guía sobre la aplicación correcta del mejor abono sintético para el maíz.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Aplicar un Diseño Estadístico Experimental para el estudio de la respuesta del Maíz (<i>Zea Mays L.</i>) a la fertilización mediante aplicaciones al suelo de tres tipos de abono sintético artificiales en la Comunidad Unión y Progreso, Cantón Loreto, Provincia de Orellana.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar las dosis a aplicarse para cada uno de los tres abonos sintéticos artificiales a estudiarse. ✓ Determinar los Diseños Experimentales de acuerdo con la situación experimental. ✓ Realizar el trabajo experimental. ✓ Recolectar la información para su correspondiente Análisis Estadístico 	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Ho: No hay un efecto de los tratamientos en el rendimiento del peso neto del maíz.</p> <p>H1: Al menos hay un efecto de los tratamientos en el rendimiento del peso neto del maíz</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>Ho: los tres tratamientos aplicados son iguales, es decir, los tres tratamientos presentan el mismo rendimiento en el peso neto del maíz.</p> <p>H1: Al menos uno de los tres tratamientos aplicados es diferente, es decir, Al menos uno de los tres tratamientos presenta un mejor rendimiento en el peso neto del maíz.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Abonos: Nitrógeno, Fosforo, Potasio</p> <p>INDICADORES: Aplicar y clasificar por tratamientos, para realizar el modelo DBCA.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Peso de la producción del maíz (lb/ha)</p> <p>INDICADORES: Medir el peso, para realizar el DBCA.</p>

	e interpretación de resultados.		
--	---------------------------------	--	--

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

2.3.4. Operacionalización de las variables

Tabla 2-2: Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Aplicación de Abonos: Nitrógeno, Fosforo, Potasio</p>	<p>Nitrógeno: Las plantas además de vitaminas o aminoácidos necesitan elementos químicos entre ellos, uno de los más importantes es el N, el cual se administra en forma de urea, nitratos, complejos de amonio o amoniaco puro, por medio de los fertilizantes.</p> <p>FÓSFORO: El fósforo es un componente esencial de los vegetales, cuya riqueza media en P₂O₅ es del orden del 0,5 al 1 % de la materia seca.</p> <p>POTASIO: El potasio es absorbido intensamente durante la etapa juvenil de la planta de maíz. En la mayor parte de los suelos las pérdidas de potasio son relativamente pequeñas.</p> <p>El peso del maíz ayudara a determinar que tratamiento es el mejor para obtener un producto de calidad.</p>	<p>Aplicar y clasificar por tratamientos, para realizar el modelo DBCA.</p>	<p>Abono y software Excel</p>

<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Peso de la producción del maíz (qq/ha)</p>		<p>Medir el peso, para realizar el DBCA</p>	<p>Balanza y software Excel</p>
--	--	---	---------------------------------

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

2.3.5. Localización del Estudio



Ilustración 1-2: Lugar de la siembra.

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

El proyecto de investigación planteado se lo llevará a cabo en el cantón Loreto, Provincia de Orellana, coordenadas referenciales X: -0.644071 y Y: -77.266865.

2.3.6. Población de estudio

El estudio se realizó sembrando 2.133 plantas de maíz por cada tratamiento.

2.3.7. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra será de 10 mazorcas de maíz por cada tratamiento.

2.3.8. Método de muestreo

Se aplicará un método de muestreo aleatorio simple, para tomar 10 mazorcas para cada repetición.

2.3.9. Técnicas de recolección de datos

Una vez cultivado el maíz, se esperará al tiempo de cosecha, se tomarán de ellos 10 mazorcas de maíz para cada tratamiento, luego de eso se deberá desgranar la mazorca y al tener el grano seco se procede a obtener los datos definitivos del estudio para ello se pesa la producción de maíz para cada uno de los tratamientos utilizando una balanza, estos datos recolectados de la experimentación serán medidos en libras por hectárea.

2.3.10. Modelo Estadístico

Se aplicará un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con este modelo se buscará determinar si existe o no influencia significativa en el efecto de los tratamientos en el rendimiento neto del maíz al aplicar los tres diferentes abonos sintéticos. Luego se realizará un Análisis de la Varianza (ANOVA), el cual contribuirá a identificar cuál de los tres tratamientos aplicados es más factible para obtener el mejor rendimiento neto del maíz. Para dar por sentado el estudio es necesario que los datos obtenidos cumplan con los 3 supuestos, Normalidad, Homogeneidad e Independencia, estos contribuirán a dar conclusiones válidas y todas probadas por cada test estadístico, haciendo de este, un estudio de calidad.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los datos recolectados de la experimentación fueron medidos en libras por hectárea:

Tabla 1-3: Rendimiento neto del maíz medido en libras

Tratamientos	Bloques			
	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque VI
T1 (Control)	1,9	1,45	1,8	1,25
Sales Nitrógeno	4,50	5,00	5,00	4,12
Sales Fosforo	3,50	3,20	3,80	3,10
Sales Potasio	3,00	2,40	2,90	2,80

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Para una correcta interpretación agrícola los datos fueron transformados a quintales por hectárea obteniéndose el rendimiento neto del maíz, como se observa en la siguiente matriz:

Tabla 2-3: Rendimiento neto del maíz medido en quintales por hectárea

Rendimiento (10 mazorcas)	Rendimiento promedio (Rend/10)	Rendimiento Parcela neta (Ren.prom*total de mazorcas x tratamiento)	Rendimiento neto (Ren.Parcela/100)
1,90	0,19	405,27	4,05
1,45	0,15	309,29	3,09
1,80	0,18	383,94	3,84
1,25	0,13	266,63	2,67
4,50	0,45	959,85	9,60
5,00	0,50	1066,50	10,67
5,00	0,50	1066,50	10,67
4,12	0,41	878,80	8,79
3,50	0,35	746,55	7,47
3,20	0,32	682,56	6,83
3,80	0,38	810,54	8,11
3,10	0,31	661,23	6,61
3,00	0,30	639,90	6,40
2,40	0,24	511,92	5,12
2,90	0,29	618,57	6,19
2,80	0,28	597,24	5,97

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

3.1. Análisis estadístico descriptivo

Una vez obtenido el rendimiento neto del maíz (qq/ha) se diseña la matriz de datos con la cual se procede a la realización del análisis estadístico descriptivo, misma que se muestra a continuación:

Tabla 3-3: Rendimiento neto del maíz (qq/ha)

Tratamientos	Bloques			
	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque VI
T1 (Control)	4,05	3,09	3,84	2,67
Sales Nitrógeno	9,60	10,67	10,67	8,79
Sales Fosforo	7,47	6,83	8,11	6,61
Sales Potasio	6,40	5,12	6,19	5,97

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Tabla 4-3: Estadísticas descriptivas de los tratamientos del rendimiento del peso neto del maíz

Estadísticas	T1(CONTROL)	T2(NITRÓGENO)	T3(FÓSFORO)	T4(POTASIO)
Mínimo	2,67	8,79	6,61	5,12
Primer Cuartil	2,77	8,99	6,67	5,33
Mediana	3,47	10,13	7,15	6,08
Media	3,41	9,93	7,25	5,92
Tercer Cuartil	4,00	10,67	7,95	6,35
Máximo	4,05	10,67	8,11	6,40
Desviación Estándar	0,65	0,91	0,68	0,56
Asimetría	-0,27	-0,64	0,63	-1,44
Curtosis	-3,50	-2,44	-1,70	2,23

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Con el estudio de medidas de tendencia central, de dispersión y de forma se puede deducir que en promedio el tratamiento que genera mayor rendimiento en el peso neto del maíz es el T2(NITRÓGENO) ya que arrojó una cantidad de 9.93 qq por bloque siendo su máximo valor de rendimiento de 10.67 qq por bloque, la variabilidad de esta es baja y a su vez presenta una asimetría negativa.

3.2. Diseño de bloques completamente al azar

Para poder realizar la aplicación de este diseño es necesario identificar las variables y factores de estudio, para ello se presenta:

La variable respuesta: Peso de la producción del maíz (qq/ha)
 Factor de interés: Abonos Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Tratamiento)
 Factor de bloque: Parcela

3.2.1. Análisis estadístico

Una vez obtenido el rendimiento neto del maíz (qq/ha) se diseña la matriz de datos con la cual se procede al estudio estadístico, misma que se muestra a continuación:

Tabla 5-3: Rendimiento neto del maíz (qq/ha)

Tratamientos	Bloques			
	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque VI
T1 (Control)	4,05	3,09	3,84	2,67
Sales Nitrógeno	9,60	10,67	10,67	8,79
Sales Fosforo	7,47	6,83	8,11	6,61
Sales Potasio	6,40	5,12	6,19	5,97

Elaborado por: Lucio Silvia, 2022

Se presenta el modelo estadístico en base al problema:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}; \begin{cases} i = 1, 2, \dots, k \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde:

Y_{ij} Quintales por hectárea del maíz para el tratamiento i en el bloque j

μ Peso promedio de producción de maíz

τ_i Es el efecto debido al tratamiento i

γ_j Es el efecto debido al bloque j

ε_{ij} Es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

Luego de esto, se procede a correr el análisis de la varianza para lo cual se plantea las hipótesis a probar en el diseño.

Para el tratamiento:

H_0 : No hay un efecto de los tratamientos en el rendimiento neto del maíz

H_1 : Al menos hay un efecto de los tratamientos en el rendimiento neto del maíz

Para el Bloque:

H_0 : No hay un efecto de los bloques en el rendimiento neto del maíz

H_1 : Al menos hay un efecto de los bloques en el rendimiento neto del maíz

Se procede a realizar los cálculos:

<i>Datos</i>	
N	16
K	4
B	4

Tabla 6-3: ANOVA para un diseño de bloques completamente al azar.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	de	Grado de libertad	de	Cuadrado medio	F_0	Valor-p
Tratamientos	88,51		3		29,50	94,61	0,0000
Bloques	3,25		3		1,08	3,47	0,0640
Error	2,81		9		0,31		
Total	94,56		15				

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Interpretación de resultados

A través del análisis de la varianza realizado se puede dar conclusiones para cada uno de los factores en estudio, por lo que:

- Para los tratamientos se observa que con un nivel de confianza del 95%, se obtiene un valor P menor al nivel de significancia de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una diferencia significativa en cuanto a tratamientos, es decir los tratamientos si influyen en el peso de la producción del maíz.
- Para las parcelas se observa que con un nivel de confianza del 95%, se obtiene un valor P mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no existe una diferencia significativa en cuanto a las parcelas, es decir las parcelas no influyen en el peso de la producción del maíz.

3.3. Diagnóstico del modelo

Dentro del diagnóstico del modelo se va a realizar la verificación de los supuestos.

3.3.1. Prueba de normalidad

H_0 : Los errores se distribuyen normalmente

H_1 : Los errores no se distribuyen normalmente

Tabla 7-3: Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Prueba de Shapiro Wilk	
p-valor	0.5662

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

El p-valor determinado por el test de normalidad de Shapiro Wilk es igual a 0.5662 mismo que es mayor a un nivel de significancia del 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se dice que los errores del modelo siguen una distribución normal, es decir, presenta un buen ajuste para la distribución del rendimiento neto del maíz.

3.3.2. Prueba de homocedasticidad

H_0 : Existe homocedasticidad

H_1 : No existe homocedasticidad

Tabla 8-3: Prueba de homocedasticidad de Bartlett

Prueba de Bartlett	
p-valor	0.1816

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Con un p-valor igual a 0.1816 se presenta que, a un nivel de significancia del 0.05 este es mayor concluyendo que la hipótesis nula no se rechaza estadísticamente por lo que se concluye que existe homocedasticidad en los tratamientos, se dice, que las varianzas son homogéneas para el rendimiento neto del maíz.

3.3.3. Prueba de independencia

H_0 : Existe independencia en los errores

H_1 : No existe independencia en los errores

Tabla 9-3: Prueba de Durbin-Watson para independencia

Prueba de Durbin-Watson	
p-valor	0.2565

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Mediante la prueba de Durbin-Watson se obtiene un p-valor de 0.2565 mismo que es mayor a un nivel de significancia de 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el modelo presenta independencia en errores.

Todas las pruebas de los supuestos dan la pauta para indicar que el modelo seleccionado es adecuado para el estudio.

3.4. Prueba de comparación de pares de medias

Una vez que se rechazó la hipótesis nula para los tratamientos en el ANOVA del diseño de bloques completamente al azar, el problema ahora es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias, para ello se ha considerado el método de Tukey.

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j; \text{ para todo } i \neq j$$

Tabla 10-3: Prueba de comparación de pares de medias Tukey

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación
T2(NITRÓGENO)	4	9,929	A
T3(FÓSFORO)	4	7,252	B
T4(POTASIO)	4	5,919	B
T1(CONTROL)	4	3,413	C

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

En la tabla del método de Tukey, se observa que los tratamientos T3(FÓSFORO) y T4(POTASIO) son iguales, pero el tratamiento que maximiza el rendimiento del peso neto del maíz es el T2(NITRÓGENO), por lo tanto, se recomienda utilizar este tratamiento.

3.5. Gráficos de interacción

En el Análisis de la Varianza (ANOVA) se presenció la influencia de los factores en estudio por lo que se procedió con el cálculo de las respectivas gráficas de efectos principales y de

interacción, las que nos conducirán para emitir la conclusión principal que es definir el tratamiento ganador” que será el punto de partida para la siembra de proyectos posteriores.

3.5.1. Gráficos de efectos principales

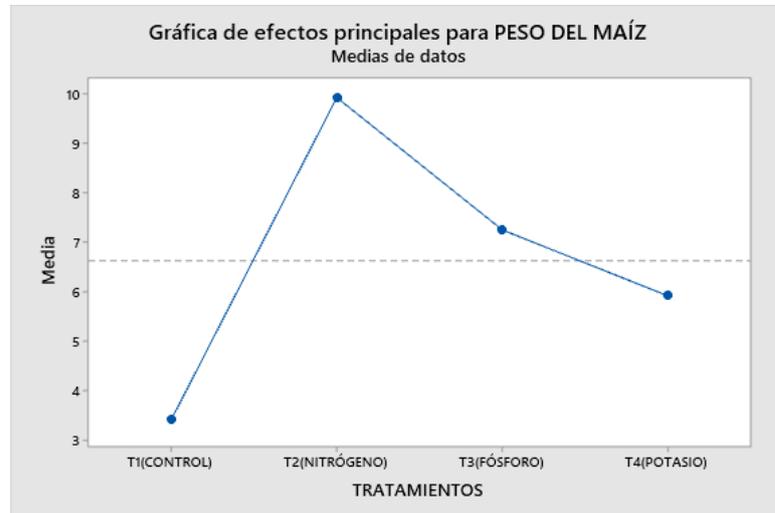


Ilustración 1-3: Gráfico de efectos principales de los tratamientos

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

Se observa claramente en la gráfica de efectos principales de los tratamientos, que el que mejor resultado produce en el rendimiento neto del maíz es el tratamiento que contiene Nitrógeno, evidenciando lo contrastado en la prueba de comparaciones de pares de medias.

3.5.2. Gráficos de interacción

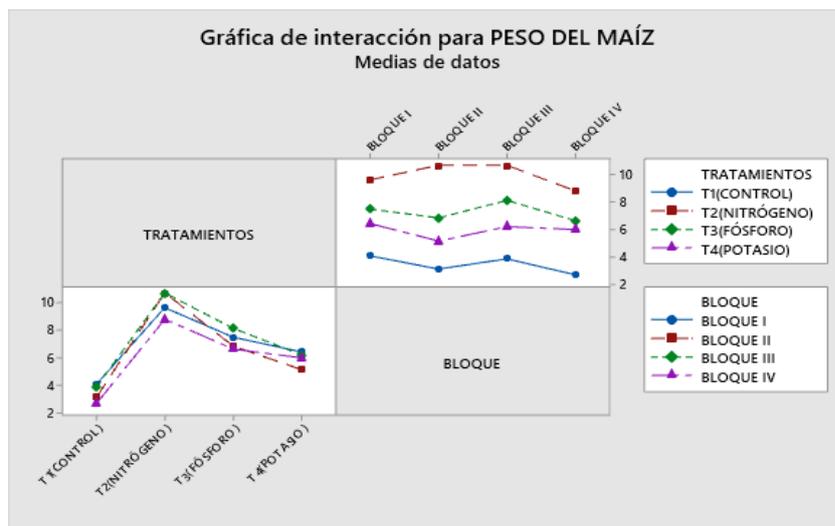


Ilustración 2-3: Gráfica de interacción de los factores

Realizado por: Lucio, Silvia. 2023.

En la gráfica de interacción de los tratamientos respecto a los bloques se puede evidenciar que el tratamiento que maximiza el rendimiento del peso neto del maíz es el T2(NITRÓGENO), comprobando una vez más lo contrastado en la prueba de comparaciones de pares de medias recomendando una vez la utilización de este abono en las plantaciones de maíz. En cuanto a la gráfica de interacción de los bloques, se puede evidenciar que no existe diferencia significativa dado que los bloques son iguales.

CONCLUSIONES

El análisis descriptivo de los datos indicó que en promedio el mejor tratamiento que proporciona el máximo rendimiento neto del peso del maíz es el tratamiento 2, compuesto por el fertilizante Nitrógeno a un nivel de 300 kg /ha.

El diseño experimental adecuado para el estudio y análisis del proyecto es el diseño de bloques completamente al azar, dado que se ajustan a los datos obtenidos y considerando que en el sector agrícola proporcionan resultados precisos y óptimos para la toma de decisiones. En este se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) en el cual se determinó que los tratamientos tienen efectos significativos en el rendimiento del peso neto del maíz.

El diagnóstico del modelo dio como resultado el cumplimiento de cada uno de los supuestos el cual ayudo a determinar que el diseño experimental aplicado es idóneo para modelar el rendimiento del peso neto del maíz.

Una vez rechaza la hipótesis nula en el ANOVA, se procedió a la realización de la prueba de comparación de pares de media de Tukey, en esta se determinó que el mejor tratamiento que maximiza el rendimiento del peso neto del maíz es el tratamiento 2 constituido por el Nitrógeno a un nivel de 300 kg/ha, dicho tratamiento proporcionó en promedio un peso neto de 9,93 qq por parcela experimental.

RECOMENDACIONES

Hacer mayor énfasis en la investigación experimental donde se pueden aplicar técnicas estadísticas para beneficiar a las comunidades, teniendo conciencia ambiental y permitiendo el desarrollo económico de los residentes.

Compilar más información sobre los factores estudiados, ya que puede haber otros factores en futuras investigaciones que puedan afectar la producción de maíz cuando surjan nuevas condiciones agrícolas.

Para la obtención de los datos experimentales se debe realizar un trabajo de campo ético y responsable para garantizar resultados serios y coherentes.

BIBLIOGRAFÍA

CONGACHA, J., *Estadística Aplicada a la educación con actividades de aprendizaje*. Segunda ed. Riobamba, Ecuador: editorial académica española. 2016.

GORGAS, J., CARDIEL, N. & ZAMORANO, J., *Estadística Básica para estudiantes de Ciencias*. Madrid: s.n. 2011.

GUACHO, E. F., “*Caracterización agro-morfológica del maíz (zea mays l.) de la localidad San José de Chazo.*”. Riobamba: s.n. 2014.

GUTIERREZ, H. & VARA, R., *Análisis y diseño de experimentos*. Segunda ed. México: McGraw-Hill. 2008.

H, G. & R, S., *Análisis y diseños de experimentos*. Segunda ed. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. 2008.

INFORAGRO.com, s.f. Agricultura. El cultivo del maíz. 1ª parte.. *InforAgro.com*.

LIBRARY, s.f. *Library*. [En línea]
Available at: https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/002/973/2973469.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220104%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220104T161348Z&X-Amz-SignedHeaders=h

LLINÁS, H. & ROJAS ALVAREZ, C., *Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad*. s.l.:Editorial Universidad del Norte. 2017.

LUVEN, P., *El maíz en la nutrición humana*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1993.

MANGELSDORF, P. & REEVES, R. G., *The Origin of Indian Corn and its Relatives*. 1939.

MENDENHALL, W., BEAVER, R. J. & BEAVER, B. M., *Introducción a la probabilidad*. California: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. 2006.

MURRAY, S. & LARRY, S., *Estadística Schaum*. Cuarta ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2009.

PALIWAL, R., *El Maíz En Los Trópicos: Mejoramiento y producción*. [En línea] Available at: <https://www.fao.org/3/X7650S/x7650s00.htm#toc> 2001.

PLIEGO, E., *El Maíz: su origen, historia y expansion*. [En línea] Available at: <https://panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion> 2020.

PULIDO, H. & SALAZAR, R., *Análisis y Diseño de experimentos*. Segunda ed. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V. 2008.

SALAZAR, C. & CASTILLO, S., *Fundamentos Basicos De Estadística*. s.l.:s.n. 2018.

SAN, N., Diseños experimentales e investigación científica (Experimental designs and scientific research). *InnOvaciones de NegOciOs*, p. 3. 2017.

VIÑAN, A., “*Diseño estadístico experimental para el estudio de la respuesta del maíz (zea mays l.) a la aplicación edáfica complementaria de tres tipos de abono sintético a dos dosis en la comunidad de Peñas, Canton Tiwintza, Provincia de Morona Santiago*”. Riobamba: s.n. 2012.



ANEXOS

ANEXO A: PANORAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES Y TRATAMIENTOS

I

T2

T3

T4

T1

III

T1

T4

T2

T3

IV

T4

T2

T1

T3

II

T3

T1

T4

T2

ANEXO B: AVAL DE CERTIFICACIÓN AGRÓNOMA

Loreto, 24 de Noviembre del 2021

AVAL DE CERTIFICACIÓN AGRÓNOMA

Yo, Félix Alexi Guerra León con C.c. 1205720111, registro Cenescyt Nro. 1014-14-1285959, de profesión Ingeniero Agrónomo, **CERTIFICO** que la Srta. SILVIA ELIZABETH LUCIO BARRAGÁN con C.c. 0605532340 estudiante de la Carrera de Estadística, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en base a la realización de la parte experimental del trabajo de titulación denominado: **“DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DEL EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO SINTÉTICO ARTIFICIAL, EN LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE MAÍZ (Zea Mays L.) EN EL CANTÓN LORETO - 2021”**, ha sido capacitada y asesorada para la siembra y la aplicación de los tres tipos de abonos sintéticos artificial en la planta del maíz(Zea Mays L.).

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,



Ing. Felix Guerra
C.c. 1205720111

ANEXO C: RÓTULOS PARA PARCELAS EXPERIMENTALES



ANEXO D: SIEMBRA DE MAÍZ



ANEXO E: NITRÓGENO



ANEXO F: DOSIFICACIÓN DEL NITRÓGENO



ANEXO G: ROTULACIÓN POR TRATAMIENTO NITRÓGENO



ANEXO H: DOSIFICACIÓN DEL POTASIO



ANEXO I: ROTULACIÓN POR TRATAMIENTO POTASIO



ANEXO J: DOSIFICACIÓN DEL FÓSFORO



ANEXO K: ROTULACIÓN POR TRATAMIENTO FÓSFORO



ANEXO L: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



ANEXO M: APLICACIÓN DE LOS ABONOS POR TRATAMIENTOS



ANEXO N: APLICACIÓN DE LOS ABONOS POR TRATAMIENTOS



ANEXO O: APLICACIÓN DE LOS ABONOS POR TRATAMIENTOS



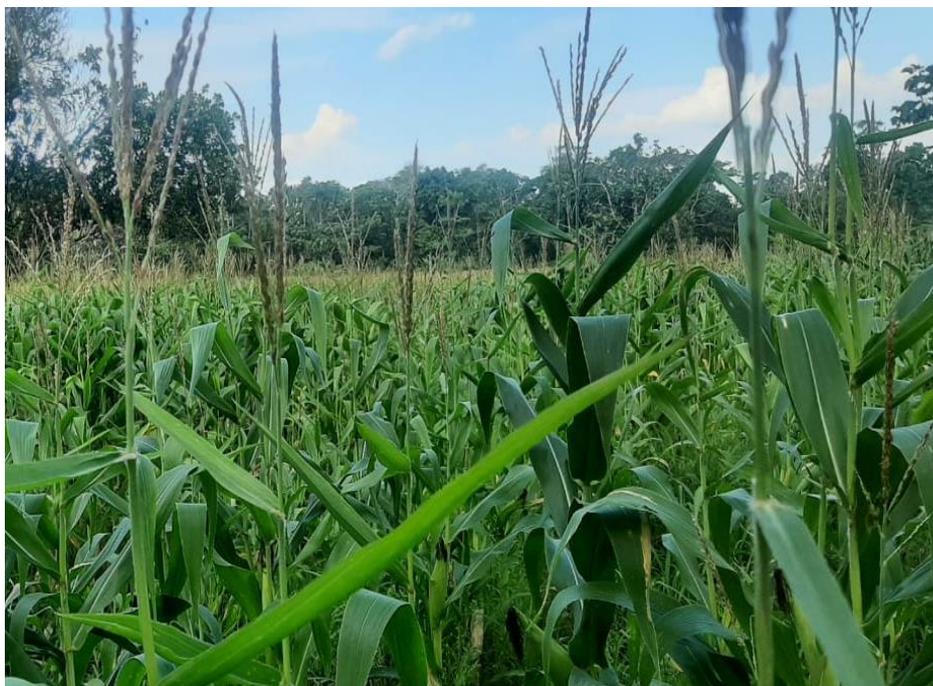
ANEXO P: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



ANEXO Q: REVISIÓN DE LAS HOJAS DEL MAÍZ PARA EVITAR PESTES



ANEXO R: PLANTACIÓN DE MAÍZ



ANEXO S: COSECHA DE MAÍZ POR TRATAMIENTO



ANEXO T: SECADO DEL MAÍZ POR TRATAMIENTO



ANEXO U: EVALUACIÓN DEL MAÍZ



ANEXO V: PROCESO DE PESADO DEL MAÍZ POR TRATAMIENTO



ANEXO W: TOMA DE DATOS





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 7 / 03 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Silvia Elizabeth Lucio Barragan
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Estadística
Título a optar: Ingeniera Estadística
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



0411-DBRA-UPT-2023