



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA EN MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:
USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*),
COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACIÓN
DE BLOQUES, PARROQUIA BOYACÁ**

**AUTORAS:
DOMÍNGUEZ ARTEAGA SONIA GUADALUPE
LOOR ZAMBRANO KARINA FABIOLA**

**TUTOR:
ING. CARLOS RICARDO DELGADO VILLAFUERTE, M.Sc.**

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

Sonia Guadalupe Domínguez Arteaga y Karina Fabiola Loor Zambrano, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

.....
SONIA G. DOMÍNGUEZ ARTEAGA

.....
KARINA F. LOOR ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Ing. Carlos Ricardo Delgado Villafuerte, M.Sc, certifica haber tutelado el proyecto del trabajo de titulación **USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays*), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES, PARROQUIA BOYACÁ**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. CARLOS R. DELGADO VILLAFUERTE, M.Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays*), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES, PARROQUIA BOYACÁ**, que ha sido propuesto, desarrollado por **SONIA GUADALUPE DOMÍNGUEZ ARTEAGA** y **KARINA FABIOLA LOOR ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
Ing. Verónica Vera Villamil, M.Sc.
MIEMBRO

.....
Ing. Jonathan Chicaiza Intriago, M.Sc.
MIEMBRO

.....
Blga. María F. Pincay Cantos, M.Sc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Con el tiempo aprendemos a aprovechar los momentos que nos da la vida, por eso queremos agradecer principalmente a Dios por habernos guiado y acompañado a lo largo de esta etapa, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias, aventuras y sobre todo alegría y felicidad, para de esta forma alcanzar nuestra metas y objetivos.

A nuestros padres, por su sacrificio y ayuda que nos dieron la posibilidad de llegar a esta instancia tan maravillosa en nuestras vidas, por apoyarnos de diversas formas durante todo este largo camino universitario, por su amor infinito, por enseñarnos a enfrentar los obstáculos con satisfacción y que la perseverancia, fortaleza y esfuerzo son el camino para lograr los objetivos propuestos.

A nuestros hermanos y a toda nuestra familia por todo el apoyo brindado, por su comprensión, ayuda, cariño y por estar a nuestro lado para poder culminar esta bella etapa universitaria.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjados nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestro tutor al Ing. Ricardo Delgado Villafuerte quien nos orientó y nos proporcionó sus plenos conocimientos adquiridos que gracias a su tiempo y enseñanza pudimos desarrollar las capacidades y aptitudes necesarias para el desarrollo de este proyecto.

A nuestros amigos y compañeros que durante toda esta etapa estudiantil compartimos grandes momentos.

.....
SONIA G. DOMÍNGUEZ ARTEAGA

.....
KARINA F. LOOR ZAMBRANO

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se la dedico:

Primeramente, a Dios, por haberme permitido llegar a este momento tan importante en mi formación profesional.

A mi padre Alamiro Domínguez y a mis hermanos Pablo y Alexandra quienes con un inmenso trabajo y sacrificio han logrado que obtenga ésta meta, por ser siempre quienes me guían por el camino del bien ya que me han brindado un apoyo incondicional en todos los objetivos propuestos.

A la mujer que me dio la vida Gladys Arteaga, la cual, a pesar de haber perdido a temprana edad, ha estado cuidándome y guiando desde el cielo.

A mi pareja Andrés Falconi quien por siempre brindarme su apoyo en los momentos más difíciles.

.....
SONIA GUADALUPE DOMÍNGUEZ ARTEAGA

DEDICATORIA

Un sueño no se convierte en realidad a través de la magia, sino a través del sudor, determinación y trabajo constante. "Colin Powell"

Con todo mi corazón y humildad dedico este presente trabajo de titulación principalmente a Dios por haberme brindado la oportunidad de terminar mis estudios universitarios y por permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida y haberme dado salud, valor, fuerzas e iluminar mi mente para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi padre Jonny Loor y a mi madre Teresa Zambrano por ser pilares fundamentales en toda mi vida y por todo su esfuerzo, apoyo, consejos, ayuda y el amor incondicional e constante que me han brindado cada día, he podido culminar mi preparación y finalmente poder hacer realidad este sueño tan anhelado y sobre todo por estar presente en esta importante etapa en mi vida. Porque gracias a ellos he aprendido lo bueno y lo malo de la vida, siempre me han apoyado en los buenos y los malos momentos, ha estado allí para darme ánimo y poder seguir adelante con esta bella meta.

A mi hermano Kelvin por estar presente, por su apoyo incondicional y cariño, durante todo este proceso y por cada uno de los momentos compartidos llenos de aventuras y alegrías.

A mi compañera de tesis, por hacer de este viaje de éxitos una bonita experiencia.

A mí misma, por haber tenido el empeño, esfuerzo, valor y la fuerza necesaria para enfrentarme y solucionar a todos los obstáculos que se presentaron durante este largo camino.

.....
KARINA FABIOLA LOOR ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS	xii
CUADROS	xii
FIGURAS	xiii
GRÁFICOS.....	xiii
RESUMEN	xv
PALABRAS CLAVE.....	xv
ABSTRACT	xvi
KEY WORDS	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. El desarrollo sostenible	4
2.2. Cultivos de maíz.....	4
2.3. Residuos de maíz.....	5
2.4. Tusa de maíz	7
2.4.1. Uso de la tusa de maíz	7
2.4.2. Propiedades de la tusa de maíz	8
2.4.2.1. Propiedades químicas.....	8
2.4.3. Características de la tusa o mazorca de maíz.....	8
2.5. Tallo de maíz.....	9
2.5.1. Uso del tallo de la planta de maíz.....	10
2.6. Hoja de la mazorca del maíz.....	10
2.7. Problema ambiental de los residuos del cultivo de maíz.....	10

2.8.	Norma nte inen 3066-2016.....	11
2.9.	Bloques huecos de hormigón.....	12
2.9.1.	Clasificación de bloques	12
2.9.1.1.	Clasificación de acuerdo con el uso de los bloques.....	12
2.9.1.2.	Clasificación de acuerdo a la densidad de los bloque.....	13
2.9.2.	Materiales que se emplean en la elaboración de bloques de hormigón	13
2.9.2.1.	El cemento	14
2.9.2.2.	Agregados o áridos	14
2.9.2.3.	Agua.....	15
2.9.3.	Dimensiones de los bloques	15
2.9.4.	Requisitos físicos de los bloques.....	16
2.9.5.	Propiedades de los bloques de cemento.....	16
2.9.5.1.	Resistencia a la compresión	16
2.9.5.2.	Absorción de agua	17
2.9.6.	Proceso de elaboración de bloques.....	18
2.9.6.1.	Dosificación.....	18
2.9.6.2.	Mezcla de materiales	18
2.9.6.3.	Moldeo de bloques.....	19
2.9.6.4.	Fraguado o secado de bloques.....	19
2.9.6.5.	Curado de bloques.....	19
2.10.	Construcción sostenible.....	20
2.11.	Bloques ecológicos	20
2.12.	Materiales alternativos para la elaboración de bloques ecológicos .	21
2.12.1.	Demolición de residuos	21
2.12.2.	Residuos industriales	21
2.12.3.	Desechos agrícolas.....	21
2.13.	Estudio realizados sobre el uso de la tusa de maíz como posible material para bloques de hormigón	22
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		24
3.1.	Ubicación	24
3.2.	Duración.....	24
3.3.	Métodos y técnicas.....	25
3.3.1.	Métodos.....	25
3.3.1.1.	Método cuantitativo	25
3.3.1.2.	Método descriptivo	25
3.3.1.3.	Método experimental.....	25
3.3.2.	Técnicas	25

3.3.2.1. Observación	25
3.3.2.2. Encuesta	25
3.3.2.3. Pruebas mecánicas.....	26
3.4. Factor (es) en estudio	26
3.4.1. Tratamientos.....	26
3.5. Diseño experimental.....	27
3.6. Unidad experimental	27
3.7. Variables a medir	27
3.7.1. Variable independiente	27
3.7.2. Variable dependiente.....	27
3.8. Análisis estadístico.....	27
3.9. Manejo del experimento.....	28
3.9.1. Fase I: estimar la cantidad de residuos del cultivo de maíz que se generan en cada cosecha	28
3.9.2. Fase II: elaborar bloques para la construcción utilizando como agregado residuos del cultivo de maíz.....	28
3.9.3. Fase III: determinar el tratamiento que presenta la mayor resistencia a compresión de los bloques para la construcción elaborados con residuos del cultivo de maíz	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Estimar la cantidad de residuos del cultivo de maíz que se generan en cada cosecha.....	30
4.1.1. Realizar una encuesta a los agricultores de maíz	30
4.2. Elaboración de bloques para la construcción utilizando como agregado residuos del cultivo de maíz.....	38
4.2.1. Obtención de la tusa, tallo y hoja de maíz	38
4.2.2. Trituración mecánica	38
4.2.3. Elaboración de bloques para la construcción	39
4.2.3.1. Dosificación y mezclado.....	39
4.2.3.2. Moldeado	39
4.2.3.3. Fraguado.....	40
4.2.3.4. Curado	40
4.3. Determinar el tratamiento que presenta la mayor resistencia a compresión de los bloques para la construcción elaborados con residuos del cultivo de maíz.....	41
4.3.1. Pruebas de resistencia de compresión.....	41
4.3.2. Análisis estadístico de la resistencia de compresión de los bloques para la construcción	44
4.3.2.1. Análisis estadístico de la resistencia de compresión de los bloques a los 7 días.....	44

4.3.2.2. Análisis estadístico de la resistencia de compresión de los bloques a los 14 días.....	46
4.3.2.3. Análisis estadístico de la resistencia de compresión de los bloques a los 21 días.....	48
4.3.2.4. Análisis estadístico de la resistencia de compresión de los bloques a los 28 días.....	49
4.3.2.5. Comparación de resistencia de los bloques tradicionales y bloques para la construcción con residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja).....	52
4.4. Verificación de la hipótesis.....	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	62

CONTENIDO DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

CUADROS

2. 1. Análisis químico en la tusa de maíz.	8
2. 2. Composición química de la hoja de mazorca de maíz.	10
2. 3. Clasificación de acuerdo con el uso de los bloques.	13
2. 4. Clasificación de bloques, de acuerdo con su densidad.	13
2. 5. Composición química del cemento.	14
2. 6. Dimensiones de los bloques.	15
2. 7. Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes.	16
2. 8. Resistencia a la compresión, en bloques soportantes.	16
2. 9. Resistencia neta mínima a la compresión, en bloques.	17
2. 10. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.	17
2. 11. Absorción en agua, de acuerdo con su clasificación por densidad.	17
2. 12. Absorción máxima de agua, en bloque clase A.	18
3. 1. Combinaciones de los niveles.	26
3. 2. Tratamientos.	26
3. 3. Delineamiento experimental.	27
3. 4. Descripción de las unidades experimentales.	27
3. 5. Análisis de varianza.	28
4. 1. Veces al año que se cultiva y cosecha el maíz (<i>Zea mays</i>).	30
4. 2. Siembra monocultivo o asociado con otros cultivos.	31
4. 3. Superficie total (Hectáreas) de siembra de cultivo de maíz.	32
4. 4. Cantidad que producen sus tierras.	32
4. 5. Meses de mayor cosecha de maíz.	33
4. 6. Luego de la cosecha de maíz (<i>Zea mays</i>), se obtienen ciertos residuos.	34
4. 7. Cantidad de cada uno de estos residuos que se generan en cada cosecha.	35
4. 8. Uso que le dan a estos residuos.	36
4. 9. Le gustaría ser capacitado sobre buenas prácticas ambientales de uso de estos residuos.	37
4. 10. Carga de rotura kg/cm ² de los bloques para la construcción en función del tiempo.	41
4. 11. Resultados de porcentajes de resistencia a los 7 días de su elaboración.	44

4. 12. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 7 días de su elaboración. ...	44
4. 13. TUKEY.	45
4. 14. Resultados de porcentajes de resistencia a los 14 días de su elaboración.	46
4. 15. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 14 días de su elaboración.	46
4. 16. TUKEY.	46
4. 17. Resultados de porcentajes de resistencia a los 21 días de su elaboración.	48
4. 18. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 21 días de su elaboración.	48
4. 19. TUKEY.	48
4. 20. Resultados de porcentajes de resistencia a los 28 días de su elaboración.	49
4. 21. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 28 días de su elaboración.	50
Cuadro 4. 22. TUKEY.....	50

FIGURAS

3. 1. Mapa de ubicación del área de estudio.	24
4. 1. Diagrama de elaboración de los bloques para la construcción con residuos del cultivo del maíz.	40

GRÁFICOS

4. 1. Veces al año que se cultiva y cosecha el maíz (<i>Zea mays</i>).	30
4. 2. Siembra monocultivo o asociado con otros cultivos.	31
4. 3. Superficie total (hectáreas) de siembra de cultivo de maíz.	32
4. 4. Cantidad producen sus tierras.....	33
4. 5. Meses de mayor cosecha del maíz.	33
4. 6. Luego de la cosecha de maíz (<i>Zea mays</i>), se obtienen ciertos residuos.	34
4. 7. Cantidad de cada uno de estos residuos que se generan en cada cosecha.	35
4. 8. Uso que le dan a estos residuos.	36
4. 9. Le gustaría ser capacitado sobre buenas prácticas ambientales de uso de estos residuos.	37
4. 10. Comportamiento de resistencia vs dosificación.....	42
4. 11. Comportamiento de resistencia vs tiempo.....	43

4. 12. Resultados de porcentajes de resistencia a los 7 días de su elaboración.	45
4. 13. Resultados de porcentajes de resistencia a los 14 días de su elaboración.	47
4. 14. Resultados de porcentajes de resistencia a los 21 días de su elaboración.	49
4. 15. Resultados de porcentajes de resistencia a los 28 días de su elaboración.	51
4. 16. Comparación de resistencia a la compresión bloques tradicionales vs bloques para la construcción con residuos de maíz.....	53

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito evaluar el uso de los residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*) como alternativa sostenible en la elaboración de bloques para la construcción. Para el desarrollo de este trabajo experimental se aplicó una encuesta a los productores del cultivo de maíz en la parroquia Boyacá, cantón Chone para conocer el destino final de estos residuos. Los resultados de la encuesta ejecutada a los productores revelan que el 73% queman a cielo abierto los residuos del cultivo de maíz después de cada periodo de cosecha, el 20% lo utilizan como alimento para el ganado, el 5% realizan ensilajes y el 2% lo reutilizan como abono para las plantas. Para la obtención de los bloques se establecieron tres tratamientos y un testigo, con diferentes dosificaciones de residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja): T₁ (25% - 1,25 kg); T₂ (50% - 2,50 kg); T₃ (75% - 3,75 kg) y testigo (100% - 5 kg). Luego se realizó ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14, 21 y 28 días con el objetivo de compararlos con los bloques tradicionales. Finalmente, como resultado se obtuvo que el T₁ con 25% de residuos del cultivo de maíz presentó la mayor resistencia (43 kg/cm²) a los 28 días, lo que permitió concluir que este bloque cumple con los parámetros de la norma NTE INEN 3066 (2016) clasificándolo como bloque para la construcción clase B, conforme al análisis estadístico existe diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos.

PALABRAS CLAVE

Residuos, maíz, tusa, tallo, hoja, bloques.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the use of corn crop residues (*Zea mays*) as a sustainable alternative in the production of blocks for construction. For the development of this experimental work a survey was applied to the producers of the corn crop in the parish of Boyaca, Chone, in order to know the final destination of this waste. The results of the survey revealed that 73% open-pit burn corn crop residues after each harvest period, 20% use it as feed for livestock, 5% silage and 2% reuse it as a fertilizer for the plants. To obtain the blocks, three treatments and a control were established, with different dosages of corn crop residues (corn cob, stem and leaf): T₁ (25% - 1,25 kg); T₂ (50% - 2,50 kg); T₃ (75% - 3,75 kg) and control (100% - 5 kg). Then comprehension resistance tests were carried out at 7, 14, 21 and 28 days in order to compare them with the traditional blocks. Finally, as a result it was obtained that the T₁ with 25% of residues of the corn crop presented the highest resistance (43 kg/cm²) at 28 days, which allowed to conclude that this block complies with the parameters of the NTE INEN 3066 standard (2016) classifying it as a block for class B construction. According to the statistical analysis, there are significant differences between each of the treatments.

KEY WORDS

Residues, corn, cob, stem, leaf, blocks.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial la quema de residuos agrícolas como son los subproductos de maíz, ha sido uno de los mayores problemas que causa degradación ambiental por las emisiones que ésta genera, como ejemplos tenemos al dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), material particulado o partículas de materia suspendidas (PM) a esto se suma los procesos de erosión el cual, es el agente principal de la contaminación de suelos debido al deterioro progresivo de nutrientes y materia orgánica que son componentes esenciales para mantener su productividad (Comisión para la Cooperación Ambiental [CCA], 2014).

Latinoamérica se está convirtiendo en un territorio en el que se buscan soluciones alternativas para la construcción que sean amigables con el entorno natural, actualmente la industria de la construcción ha buscado nuevos materiales, desarrollando investigaciones basadas e inspiradas en la conservación del medio ambiente y aprovechamiento de residuos reciclados (Chicaiza, 2017).

En el Ecuador se genera una cantidad de biomasa residual del cultivo del maíz que corresponde a 434.921,32 toneladas al año y con una producción total de 237.146,92 toneladas al año (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014), en el cual utilizan la técnica de tumba, roza, y quema, produciendo un aceleramiento en la destrucción del suelo, fauna, aguas y bosques (Migongo, 2013). Además, el rendimiento nacional del cultivo de maíz duro seco (13% de humedad y 1% de impureza) para el ciclo de invierno 2017 fue de 5.51 toneladas por hectárea (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [MAGAP], 2017).

Según el Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Productividad (2014), en la provincia de Manabí producen más del 70% de cultivo de maíz, generando 52.145,18 toneladas al año de residuos de maíz. La disposición final de los residuos agrícolas entre los que podemos mencionar a los residuos de cultivos de maíz (tusas, hojas y tallos) se ha convertido en fuente de contaminación,

debido a que la tusa se quema a cielo abierto, pues no representa valor alguno para los agricultores, generando un problema ambiental.

El cantón Chone tiene como actividad principal la agricultura incluyendo la producción de maíz, al implementar esta práctica agrícola se generan después de su cosecha grandes cantidades de residuos como la tusa, tallo y hojas de maíz que son quemados a cielo abierto; dentro de este cantón se encuentra la parroquia Boyacá, de donde surge la iniciativa de la elaboración de bloques para la construcción con el propósito de aprovechar y reutilizar los residuos del cultivo de maíz impulsando la creación de nuevas tecnologías amigables con el ambiente para reemplazar los materiales de origen sintético de construcción y evitar la quema de estos residuos, minimizando la emisión de contaminantes en el medio ambiente.

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente pregunta:

¿De qué manera influyen los residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*) como alternativa sostenible en la elaboración de bloques para la construcción?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual el hombre cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja y mazorca entre otros (Velázquez *et al.*, 2002). Además, el agricultor, al tener una gran cantidad de residuos agrícolas sobre la que no existe interés, la desecha quemándola y generando un impacto negativo en el suelo y en el medioambiente (González y Lizárraga, 2015).

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en su Art.15 que: “El estado promoverá el uso de tecnologías ambientalmente limpias, no contaminantes y de bajo impacto en el sector público y privado” y a su vez en el Art. 276 título VI del régimen de desarrollo en su numeral cuatro señala que: “Se debe recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos

del subsuelo y del patrimonio natural”. De acuerdo al objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir “Sumak Kawsay” 2017-2021, manifiesta en su objetivo 3: “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”

Con este trabajo se pretende crear un nuevo concepto de construcción que contengan características sostenibles amigables con el medio ambiente y a su vez soluciones socialmente equitativas, económicamente viables y ambientalmente seguras, y así minimizar las repercusiones sobre las personas y los ecosistemas en general. Por tal razón la finalidad de este proyecto es transformar los residuos en un sistema constructivo-ecológico en la elaboración de bloques para la construcción aprovechando los residuos del maíz (tusa, tallos y hojas) como una alternativa sostenible, además de la importancia ambiental del mismo ya que podría sustituir al bloque común.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de los residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*) como alternativa sostenible en la elaboración de bloques para la construcción.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la cantidad de residuos del cultivo de maíz que se generan en cada cosecha.
- Elaborar bloques para la construcción utilizando como agregado residuos del cultivo de maíz
- Determinar el tratamiento que presenta la mayor resistencia a compresión de los bloques para la construcción elaborados con residuos del cultivo de maíz.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos a base de residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*) cumplen con los parámetros mínimos establecidos en la Norma NTE INEN 3066 (2016).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible es un derecho que debe ejecutarse de tal manera que beneficie equitativamente a las necesidades ambientales y también otorgue el desarrollo a las futuras generaciones. Es cada vez más evidente que la búsqueda del desarrollo sostenible exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos y ecológicos (Gapollín, 2013). Se trata de tomar acción, de cambiar políticas y prácticas en todos los niveles, desde el ámbito individual hasta el internacional (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2012).

El desarrollo sostenible es la equidad en varios tiempos, en el que indica que como generaciones actuales se deberá satisfacer las necesidades tanto económicas sociales y medioambientales, lo cual conllevará a no comprometer el derecho de las futuras generaciones (Gómez, 2014).

2.2. CULTIVOS DE MAÍZ

El maíz (*Zea mays*) es una planta herbácea de la familia de las gramíneas (Poaceae) y su grano comestible se originó en América y es uno de los cereales nutritivos más importantes al igual que el trigo y el arroz distribuidos a nivel del mundo, además el maíz se utiliza como alimento para los seres humanos, animales, biocombustible y como materia prima en las industrias (Acota, 2009).

El antecesor silvestre del (*Zea mays*) está en Paraguay, Bolivia y sudeste del Brasil. Los centros secundarios de aclimatación se sitúan en la región andina, Centro América y México, en donde se ha observado gran diversidad genética. Industrialmente se procesa gran número de productos y subproductos como aceites, celuloide, explosivos, plásticos, jabón, glicerina, emulsiones, productos medicinales y farmacéuticos. Importante en la alimentación animal, tanto como forraje, balaceados, granos enteros molidos o quebrados, que son sumamente nutritivos (Basantes, 2015).

Según Quiroz y Merchán (2016) la agricultura es el mayor componente del Producto Interior Bruto (PIB) del Ecuador (17,5%); y la cadena del maíz representa el 3% del PIB agrícola, es el único cultivo con cobertura nacional que cubre una superficie de siembra aproximada de 500 mil hectáreas, de las cuales, la mitad es maíz amarillo duro cristalino, base de la cadena del maíz, que en su gran mayoría se siembra en el litoral ecuatoriano; mientras que el otro 50% es maíz de altura, de subsistencia para un alto número de pequeños agricultores, caracterizados por un bajo ingreso económico.

Los mismos autores indican que bajo el enfoque de cadenas productivas, la del maíz duro comprende a los productores agrícolas, a las industrias fabricantes de alimentos balanceados y snacks y al sector avícola. Este cultivo representa alrededor del 2% del PIB agrícola nacional, con una inversión total, en la cadena, de alrededor de novecientos millones de dólares. En Ecuador la producción de maíz duro está distribuida geográficamente: en la Costa con el 80% de la superficie (Los Ríos 40%, Manabí 18% y Guayas 19% y 3% entre Esmeraldas y El Oro); en la Sierra, el 17% (ubicadas básicamente en Loja y Bolívar); en la Amazonía un 3%.

Cerca del 60% del maíz que se siembra en Centro América se hace en laderas, con tecnologías que degradan y erosionan rápidamente los suelos (Zea, Osorio, y Bolaños 2007).

2.3. RESIDUOS DE MAÍZ

Los residuos de cultivos de maíz, también conocido como rastrojo consiste en hojas, tallos y mazorcas de plantas de maíz (*Zea mays*) que quedan en un campo después de la cosecha. Este rastrojo constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz y es similar a la paja de otros pastos de cereales (Sánchez *et al.*, 2012). El rastrojo de maíz es un producto agrícola muy común en áreas de grandes cantidades de producción de maíz. Además de la parte no cereal del maíz cosechado, el rastrojo también puede contener otras malezas y hierbas y asimismo puede ser beneficioso para los productores de vacuno porque esto puede proporcionar una fuente de alimento de bajo valor

económico para los ganados en pastoreo a mitad de gestación (Caballero *et al.*, 2017).

Los rastrojos corresponden a la biomasa aérea de los cultivos anuales que quedan en el campo como residuo después de la cosecha, los cuales son importantes y no se debieran desperdiciar, ya que tienen efectos positivos sobre el suelo. En general, constituyen entre el 50 y 75% del follaje del cultivo que queda en los campos (Corporación Nacional Forestal [CONAF], 2011).

Si bien hay varios factores que afectan la cantidad resultante de residuos en la siembra, la descomposición juega un papel tanto en el porcentaje restante de residuos como en la disponibilidad de nitrógeno (N) durante y después de la descomposición. En el maíz, se estima que aproximadamente el 95% de la cobertura de residuos permanece después de la cosecha. Cuando no se tienen en cuenta otras prácticas de manejo de otoño o invierno, se ha encontrado que la descomposición invernal por sí sola reduce el porcentaje de cobertura a aproximadamente el 86% (Fonseca, Rodríguez, y Camargo, 2017).

Según Zhang, Ghaly y Bingxi (2012) las mazorcas (tusas), las hojas y los tallos son residuos importantes del procesamiento del cultivo y consumo del maíz. Por cada 1 kg de granos secos de maíz producidos, se producen aproximadamente 0,15 kg de mazorcas, 0,22 kg de hojas y 0,50 kg de tallos. Esto da como resultado que en una producción de cultivo de maíz de aproximadamente 130,13, 190,85 y 433,76 millones de toneladas son residuos de mazorcas, hojas y tallos, respectivamente.

El residuo del cultivo de maíz está compuesto de lignina, celulosa, hemicelulosa y nutrientes. Para que los residuos se descompongan, se producen muchos procesos biológicos y químicos que están influenciados por las condiciones ambientales y del suelo, como la temperatura del aire y del suelo, la humedad del suelo, el pH, el nivel de oxígeno y la comunidad microbiana del suelo. Este ciclo de nutrientes es un proceso complejo que toma diferentes cantidades de tiempo en función del tipo de residuo (Rodrigues, Gervasio, Rodrigues y Loss 2015).

2.4. TUSA DE MAÍZ

La tusa es un residuo o subproducto agrícola importante que se genera en grandes cantidades en el proceso de separación del grano de la mazorca y se estima que por cada tonelada de maíz se obtienen 170 kg de tusa. La magnitud de la tusa de maíz se ve afectada por las variedades de maíz. Las tusas de maíz que contienen hemicelulosa son las más altas (12,4%) en comparación con el contenido de otros productos agrícolas (Córdoba *et al.*, 2013).

La tusa de maíz es una materia prima de biomasa con potencial directo como recurso energético que puede utilizarse en la producción de calor, energía, combustible y materiales de construcción entre otros. Tiene una serie de ventajas sobre otras materias primas de biomasa, incluyendo su naturaleza densa y uniforme, así como su mayor contenido de energía y sus bajas concentraciones de azufre y nitrógeno. En la mayoría de los países establecidos, la tusa de maíz generalmente se elimina y destruye mediante fuego en el territorio para prepararse para la próxima temporada. El vertido y la quema de la tusa de maíz en los campos agrícolas constituyen una gran contaminación del aire (Anukam, Goso, Okoh, y Mamphweli, 2017).

2.4.1. USO DE LA TUSA DE MAÍZ

Según Chicaiza (2017) los usos de la tusa de maíz son muy variados ya que este residuo se ha convertido en una fuente económica y ambiental, ya que a este residuo se puede dar varios usos, por consiguiente, se muestra varios usos que se le da a este subproducto:

- **Reducción de color de aguas residuales:** Su capacidad absorbente permite reducir y filtrar aguas residuales, proporcionando un resultado positivo de disminución de turbidez y color.
- **Abrasivo de limpieza con tusa de maíz triturado:** Las tusas de maíz triturada sirven para limpieza por abrasión o rozamiento, son situadas en ollas vibro-giratorias que permite secar las piezas, sin afectar la superficie ya sean metálicas, plásticas o de vidrio, mediante soplete que se utiliza

para la limpieza a presión en partes internas de fábricas, equipos mecánicos y piezas metálicas.

- **Producción de tableros aglomerados con tusa de maíz triturado.** Los tableros aglomerados son paneles compuestos de partículas o residuos de tusa maíz, son resistentes a perforaciones, los aglomerados tienen una estructura muy compacta con poco volumen y poseen un buen comportamiento a flexión.

2.4.2. PROPIEDADES DE LA TUSA DE MAÍZ

La tusa de maíz es liviana de forma cilíndrica sólida y alargada tubular, formada a partir del esclerénquima que son tejidos compuestos por células muertas que ayudan al soporte. Los colores son variados y dependen del tipo de maíz. La tusa de maíz tiene una estructura en capas no posee una superficie uniforme, es esponjosa y porosa con pequeños hoyuelos, su densidad se encuentra en aproximadamente 170 kg/m^3 hasta 295 kg/m^3 (Chicaiza, 2017).

2.4.2.1. PROPIEDADES QUÍMICAS

Cuadro 2. 1. Análisis químico en la tusa de maíz.

ANÁLISIS QUÍMICO	CONTENIDO
Carbono	44%
Hidrógeno	7%
Oxígeno	47%
Nitrógeno	0,7%

Fuente: Pinto *et al.*, (2012)

2.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA TUSA O MAZORCA DE MAÍZ

Según Greentrue (2018) las partículas de mazorca de maíz son valiosas principalmente porque son muy absorbentes, pero también fluyen libremente, son biodegradables, renovables y abrasivas.

- **Absorbente:** Las tres porciones de la mazorca de maíz son absorbentes. Una libra de médula y paja absorberá alrededor de 4 libras de agua, mientras que una libra de arena, hecha de la porción de anillo de madera, absorberá alrededor de una libra de agua.

- **Fluye libremente:** las partículas de mazorca fluyen libremente y eso combinado con su absorbencia las hace ideales para usar como "portador" de otros productos. En general, esos productos son de forma líquida y son absorbidos por las partículas de mazorca de maíz. Ejemplos de aplicaciones de portadores incluyen llevar los ingredientes activos de pesticidas, medicamentos para animales, sabores de alimento y abrasividad de nutrientes de alimento.
- **Abrasiva:** Las partículas de mazorca de maíz a veces se describen como un "abrasivo suave" lo que significa que son menos abrasivas que la arena, pero a menudo se usan en el mismo equipo de limpieza a presión para limpiar troncos, hormigón, interiores de fábricas y equipos. La mazorca de maíz también se usa para limpiar, secar y pulir piezas de metal en máquinas de acabado vibratorio y de tambor.
- **Biodegradable:** Las partículas de mazorca de maíz son totalmente naturales y se degradan en el exterior en cuestión de días, por lo tanto, ya sea que se extiendan en su jardín o permanezcan en el suelo de un trabajo de tronadura de troncos, todo está bien.
- **Renovable:** Las mazorcas de maíz de materia prima son un subproducto de la industria del maíz de semillas. Cada año de cosecha trae un suministro nuevo de mazorcas de maíz para usos en constante expansión.

2.5. TALLO DE MAÍZ

El tallo del maíz es robusto, erecto y sólido de forma cilíndrica y nudoso, con una médula esponjosa por donde circula la savia que crece verticalmente hacia arriba desde el suelo, teniendo como posibilidad la producción de la hoja. La altura del tallo depende de la variedad del maíz y del ambiente en el cual se cultiva una planta de maíz. A medida que el tallo crece, emergen las hojas. Una planta típica de maíz cultivada por un agricultor tendrá un tallo entre 2 a 6 metros de altura, con numerosos nudos y entrenudos y de 16 a 22 hojas. Algunas variedades de maíz en ciertos ambientes producen tallos secundarios, conocidos como tallos, que crecen hacia afuera desde cerca de la base del tallo principal (Sánchez, 2012). Los residuos del tallo de maíz son producidos después de la temporada

de cosecha son una fuente amigable con el medio ambiente para la producción de fibra celulósica.

2.5.1. USO DEL TALLO DE LA PLANTA DE MAÍZ

Según Jarabo, Monte, Fuente, Santos y Negro (2015) los tallos de la planta maíz consisten en un núcleo cuidadoso con una capa externa de fibras largas. Actualmente, los tallos de maíz se cortan y se usan para forraje, se dejan en el campo o sirve para la alimentación o camas de animales. Los tallos de maíz se pueden utilizar en muchas aplicaciones, incluido el consumo humano y como fuente de materia prima industrial para la producción de aceite, alcohol, almidón y combustible. Además, se puede usar para la elaboración de tableros de partículas y tableros de fibra.

2.6. HOJA DE LA MAZORCA DEL MAÍZ

Son hojas secas, rugosas y frágiles que cubre o protege la parte exterior de la mazorca de maíz y además son residuos agrícolas que generaran grandes cantidades después de la cosecha del maíz (Prado *et al.*, 2012).

Cuadro 2. 2. Composición química de la hoja de mazorca de maíz.

Compuesto	Hojas de mazorca porcentaje (%) base seca
Holocelulosa	78,86
α -Celulosa	43,14
Lignina	23,00
Cenizas	0,761

Fuente: Prado *et al.*, (2012)

2.7. PROBLEMA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

La consecuencia de la quema de rastrojos o residuos de maíz provienen de las actividades agrícolas ya que esto va afectar primero y principalmente las propiedades físicas, químicas, y biológicas y minerales que contiene el suelo, al reducir especialmente su contenido de materia orgánica, y su nivel de nitrógeno, por efecto de las altas temperaturas que se consiguen con la quema de rastrojos, en el cual esto incide directamente lo que es el rendimiento, la producción y la calidad del cultivo junto con esto el medio ambiente se ve también afectado por

la contaminación ambiental que genera el humo y las grandes cantidades de gases que son liberados como el monóxido de carbono (CO), compuestos nitrogenados (NO₂), hidrocarburos, y otros materiales que favorecen la contaminación de la atmósfera y el calentamiento global junto con esto contribuye a aumentar la polución ambiental que afecta al medio ambiente y la salud del ser humano (Taladris y Schewember, 2012).

Como desventajas de estos residuos también pueden provocar posible erosión hídrica y pérdida de fertilidad del suelo al momento de ser quemados ya que si se deja en la superficie del suelo descubierta con lo que se extiende el golpe directo de la lluvia hacia el suelo. En el cual se forma la disgregación de las partículas del suelo, beneficiando su posterior arrastre por agua o viento, situación que se acentúa en suelos con alta pendiente. La erosión del suelo consigue superar las 200 toneladas por hectárea al año de pérdida de suelo, la que afecta directamente a la capa más fértil del suelo, pero al dejar una pequeña porción del rastrojo en superficie, este valor disminuye considerablemente (Ruiz, 2015).

Asimismo, la quema de estos residuos del cultivo de maíz afecta negativamente al ecosistema en el cual causa alteración en la fauna y microflora del suelo ya que reducen consideradamente las poblaciones de agentes bióticos de la superficie quemada como las lombrices, dado que una parte de los organismos muere directamente por acción del fuego, y otra parte por falta de alimento, por ejemplo, la materia orgánica (Vidal y Troncoso, 2010).

2.8. NORMA NTE INEN 3066-2016

La normativa NTE INEN 3066, fue publicada legalmente en noviembre de 2016, la cual reunió en un solo documento que presentan varias las consideraciones de las normas NTE INEN 638, 639, 640, 642 y 643. Además, esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo de los bloques de hormigón elaborados con cemento hidráulico, agua y áridos minerales, con o sin aditivos y también está basada en los modelos más referenciados sobre las unidades de mampostería en Estados Unidos son publicadas en las normas ASTM Internacional (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) que son

referencia para los controles de calidad en la construcción (NTE INEN 3066, 2016).

2.9. BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN

El bloque hueco de hormigón es paralelepípedo rectangular prefabricado. El concreto es un material que sirve para la construcción que consiste en una variedad de combinaciones de arena, grava, piedra triturada u otro material de construcción, unidos con diversos tipos de materiales cementosos, como la cal o el cemento. Con la adición de agua, la mezcla experimenta una reacción química y se endurece (Olafusi y Olutoge, 2012).

Según la norma NTE INEN: 638 (2014) el bloque hueco es un elemento simple que en su generalidad es elaborado por hormigón, en forma paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento.

2.9.1. CLASIFICACIÓN DE BLOQUES

Según la norma NTE INEN: 638 (2014) los bloques huecos de hormigón se clasifican de acuerdo a su uso y de acuerdo a la densidad:

2.9.1.1. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON EL USO DE LOS BLOQUES

Los bloques con huecos se clasifican según los requerimientos y necesidades ya que sirve como material de construcción además cuentan con una estructura agradable que les permite ser utilizados como paredes de división de una vivienda (Perea, 2012).

Según la norma NTE INEN 638 (2014) los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se muestra en el cuadro 2.3.

Cuadro 2. 3. Clasificación de acuerdo con el uso de los bloques.

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento
C	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento
D	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento
E	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento
E	Losas alivianadas de hormigón armado

Fuente: NTE INEN 638 (2014)

2.9.1.2. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE LOS BLOQUE

La densidad de los bloques de hormigón depende del peso de los materiales utilizados en su elaboración, y el tiempo disponible en la compactación al momento de formar el bloque (Carcedo, 2012). Según la norma NTE INEN 638 (2014) los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su densidad, en tres tipos, como se muestra en el cuadro 2.4.

Cuadro 2. 4. Clasificación de bloques, de acuerdo con su densidad.

TIPO	DENSIDAD DEL HORMIGÓN (Kg/m ³)
Liviano	<1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	>2000

Fuente: NTE INEN 638 (2014)

2.9.2. MATERIALES QUE SE EMPLEAN EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN

Los bloques de hormigón se deben elaborar con cemento Portland en polvo, agua, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados (NTE INEN 3066, 2016).

Los materiales que se emplean para la elaboración de bloques de hormigón son de vital importancia ya que de ellos dependerá la calidad del producto final, estos se utilizarán de acuerdo con el lugar y recurso de los mismos, además se pueden usar agregados alternativos como son escorias de hornos y materiales orgánicos o inorgánicos (Uribe, 2012).

2.9.2.1. EL CEMENTO

El cemento es un aglomerante hidráulico y de material inorgánico pulverizado finamente molido que se obtiene de la mezcla de materiales de piedra caliza, carbonato de calcio y arcilla a una temperatura de 1,325 – 1,450 ° C. Lo que resulta que contiene una sustancia granular combinación de óxidos de calcio, sílice, aluminio, hierro y magnesio llamado "Clinker". El Clinker es un material nodular antes de ser triturado. Los nódulos pueden tener cualquier diámetro de 1 mm a 25 mm o más (Manrique, 2012).

El cemento hidráulico que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de una de las siguientes normas: NTE INEN 490, NTE INEN 2380 y NTE INEN 152 (NTE INEN 3066, 2016).

Cuadro 2. 5. Composición química del cemento.

COMPUESTO	NOMENCLATURA	PORCIÓN (% masa) MÍNIMO - MÁXIMO
Óxido de calcio	CaO	58 – 66
Óxido de Silicio	SiO ₂	18 – 26
Óxido de Aluminio (Alúmina)	Al ₂ O ₃	4 – 12
Óxido de Férrico	Fe ₂ O ₃ + FeO	1 – 6
Óxido de Magnesio (Magnesia)	MgO	1 – 3
Sulfatos	SO ₃	0.5 – 2,5
Álcalis	K ₂ O + NA ₂ O	≤1

Fuente: Manrique (2018)

2.9.2.2. AGREGADOS O ÁRIDOS

Según Herrera (2016) los agregados o áridos son partículas de rocas inorgánicas que se obtienen de forma natural o artificial, de gran importancia para la elaboración de bloques, además son materiales granulares inertes formados por fragmentos de rocas o arenas utilizados como materia prima en la construcción (edificación e infraestructuras) y en numerosas aplicaciones industriales, los siguientes son:

- **Chasqui o piedra pómez:** Es una materia prima mineral de origen volcánico formada en las profundidades de la tierra y arrojada a la superficie por el orificio de un volcán, es muy liviana posee la capacidad de flotar su superficie debido a su baja densidad y además está compuesta de una textura de porosidad muy finos, es de forma sub-redondeado de acuerdo a la clasificación. Este material se utiliza como

agregado para la elaboración de materiales de construcción, como bloques de hormigón y concreto.

- **Arena:** Es un material denominado “polvo” por su color blanco, textura delgada y liviana, además se obtiene de origen natural que consiste en partículas muy pequeñas por la desintegración de rocas, es el agregado más fino que se utiliza para la composición de la elaboración de bloques de hormigón, adoquines, tubos de hormigón, etc.

2.9.2.3. AGUA

El agua es un elemento que interviene directamente sobre las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. El volumen de agua que requiere de cemento para su hidratación es aproximadamente el 30 % de la masa de cemento empleada (Rivera, 2010). El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser, de preferencia potable, libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas (NTE INEN 3066, 2016).

2.9.3. DIMENSIONES DE LOS BLOQUES

La dimensión de un bloque está determinada por el largo, ancho y su altura, asimismo intercede el espesor de las paredes y el tabique (Chicaiza, 2017).

El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques clase A y B; y de 20 mm en los bloques tipo C, D y E. La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de la junta, dé una medida modular (NTE INEN 638, 2014).

De acuerdo la normativa NTE INEN 638 (2014) los bloques deben tener las dimensiones como se muestra en el cuadro 2.6.

Cuadro 2. 6. Dimensiones de los bloques.

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES (cm)			DIMENSIONES EFECTIVAS (cm)		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A, B	40	20, 15, 10	20	39	19, 14, 09	19
C, D	40	10, 15, 20	20	39	09, 14, 19	19
E	40	10, 15, 20, 25	20	39	09, 14, 19, 24	20

Fuente: NTE INEN 638 (2014)

2.9.4. REQUISITOS FÍSICOS DE LOS BLOQUES

Según la norma NTE INEN 643 (2014) los bloques deben estar enteros y libres de fisuras u otros defectos que puedan interferir con la correcta colocación, o perjudicar significativamente la resistencia. No obstante, no serán motivo de rechazo las fisuras pequeñas resultado del proceso de fabricación, o de la manipulación propia de la distribución y entrega. Solo el 5% de los bloques de un lote despachado a obra pueden presentar pequeñas fisuras, no mayores que 25 mm, en cualquier sentido. Los bloques no soportantes deben estar correctamente identificados como tales, de manera que no puedan ser utilizados como bloques soportantes.

2.9.5. PROPIEDADES DE LOS BLOQUES DE CEMENTO

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2014) un bloque de cemento u hormigón deben estar enteros y libres de fisuras y además deben de cumplir con los siguientes requisitos físicos para su mejor estado:

2.9.5.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Un bloque de hormigón de alta resistencia ha sido siempre considerado un material de elección para la construcción de edificios altos o viviendas. La resistencia a compresión de un bloque de cemento es la relación que existe entre la carga de rotura a compresión y la superficie bruta o neta del bloque (Cánoves *et al.*, 2012). Los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en los siguientes cuadros, determinados según el ensayo establecido en la norma INEN 639 (NTE INEN 643, 2014).

Cuadro 2. 7. Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes.

Descripción	Resistencia de la compresión (kg/cm ²)*
Promedio de 3 bloques	40,8
Bloque individual	35,7

Fuente: NTE INEN 643 (2014)

Cuadro 2. 8. Resistencia a la compresión, en bloques soportantes.

Descripción	Resistencia de la compresión (kg/cm ²)*
Promedio de 3 bloques	61,2
Bloque individual	51,0

Fuente: NTE INEN 643 (2014)

La norma INEN 3066 (2016) indica que, según el tipo y uso de cada bloque deben cumplir con las resistencias netas mínimas a la compresión simple, como lo establece en el cuadro 2.9.

Cuadro 2. 9. Resistencia neta mínima a la compresión, en bloques.

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (kg/cm ²)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	140,7	40,8	17,3
Por bloque	126,4	35,7	14,2

Fuente: NTE INEN 3066 (2016)

Cuadro 2. 10. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.

Tipo de bloque	Resistencia mínima a la compresión en kg/cm ² a los 28 días
A	61,2
B	40,8
C	30,6
D	25,5
E	20,4

Fuente: NTE INEN 640 (2014)

2.9.5.2. ABSORCIÓN DE AGUA

Según Rozo, Sánchez y Álvarez (2014) la absorción de agua tiene una relación directa con la porosidad, propiedades mecánicas, densidad aparente y compactación de un bloque de hormigón lo que indica que los menores valores de absorción de agua en el producto tienen menor porosidad abierta, lo cual representa una ventaja pues el producto tiene menor capacidad de absorber agua del ambiente.

La absorción de agua determinada según el ensayo establecido por la norma NTE INEN 639 estableció el promedio de 3 unidades secas en un horno para cada tipo especificado de bloque como lo señala en el siguiente cuadro 2.11:

Cuadro 2. 11. Absorción en agua, de acuerdo con su clasificación por densidad.

TIPOS	DENSIDAD (kg/m ³)	ABSORCIÓN DE AGUA (kg/m ³)
Liviano	<1680	290
Medio	1680 a 2000	240
Normal	>2000	210

Fuente: NTE INEN 643 (2014)

Según la norma NTE INEN 3066 (2016) la absorción de agua será requisito para bloques Clase A. Los requisitos se muestran en el cuadro 2.12.

Cuadro 2. 12. Absorción máxima de agua, en bloque clase A.

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (kg/m ³)
Liviano	<1680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	>2000	208	240

Fuente: NTE INEN 3066 (2016)

2.9.6. PROCESO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES

De acuerdo a Santacruz y Velasteguí (2018) el proceso de elaboración de bloques huecos de hormigón de cemento consta de cinco etapas:

2.9.6.1. DOSIFICACIÓN

Es el proceso mediante el cual se establece la cantidad exacta de cada uno de los agregados para conseguir la producción o mezcla del producto deseado. La dosificación tiene que ser de acuerdo al método de producción de mezcla que utiliza en la elaboración, estos logran ser por peso o por volumen, pero es recomendable realizar una dosificación al peso de los materiales para tener mayor exactitud, además se debe controlar el agua a cada mezcla, ya que si el material está saturado esto deducirá en la consistencia de la mezcla (Santacruz y Velasteguí, 2018).

2.9.6.2. MEZCLA DE MATERIALES

Es el proceso mediante el cual se combinan todos los materiales como el cemento, los agregados y agua hasta crear una de masa uniforme, además para realizar el mezclado de estos materiales puede ser de dos maneras diferentes:

- **Mezclado manual:** Este proceso se realiza por medio de palas, la mezcla debe colocarse en un piso preferiblemente elaborado de cemento o bandejas metálicas, luego se procede a mezclar arena y chasqui, se extiende formando un agujero en el centro, se agrega el cemento Portland, se procede a mezclar con un mínimo de 3 giros como una especie de montaña, hasta formar una mezcla homogénea, luego se procede a añadir el agua limpia del mismo modo se debe efectuar mínimo 3 giros de mezclas. El color uniforme de toda la mezcla enseña efectividad (Pozo, 2011).

- **Mezclado mecánico:** Este proceso se realiza por medio de una máquina o mezcladora giratoria con la ayuda de sus aletas, permite obtener una mezcla uniforme, en primer lugar, se debe colocar el chasqui y la arena en la máquina, se deja mezclar por un tiempo de 3 a 4 minutos, se procede a añadir agua limpia, ya que esto permite que los agregados conserven una mezcla homogénea y por último, se añade el cemento, ya que una vez añadidos todos los materiales se debe continuar mezclado por aproximadamente por un tiempo prolongado de 3 minutos hasta formar totalmente una masa muy homogénea (Pozo, 2011).

2.9.6.3. MOLDEO DE BLOQUES

Una vez que la mezcla esté completamente hecha se traslada a la máquina de vibro-compactación productora de los bloques conocida como bloquera, la cual posee un molde con dimensiones determinadas del bloque a construir. Esta debe estar encendida durante el proceso de llenado, una vez introducida la mezcla en el molde hasta el nivel superior y se garantiza que estén totalmente llenos, el material se compacta y asegura utilizando una combinación de presión y vibración controladas, además se recomienda un lapso de vibrado de 5 minutos (Carrera, 2016).

2.9.6.4. FRAGUADO O SECADO DE BLOQUES

Es el proceso de endurecimiento o pérdida de flexibilidad y humedad del bloque, el bloque tiene que fraguarse de forma natural, estos deben permanecer en reposo, en un área protegido del sol y de las condiciones climáticas como la lluvia y los vientos fuertes, para evitar la evaporación del agua de la mezcla y su secado prematuro. Los bloques de hormigón deben permanecer en reposo de 4 horas hasta 8 horas, se recomienda dejar los bloques de un día para otro (Casanova, Jiménez, Zamora y Medina, 2017).

2.9.6.5. CURADO DE BLOQUES

Según Carrera (2016) el curado de los bloques consiste en conservar los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, el objetivo de esto es garantizar, durante los primeros días del fraguado, la temperatura y

el contenido de humedad necesarios para que se puedan desarrollar la resistencia a compresión requerida y demás propiedades deseadas en el bloque. Los bloques así endurecidos se curan en un patio de curado para permitir la hidratación rociando agua por lo menos de 12 a 24 horas, este proceso se lo aplica durante los tres días iniciales después del día de elaboración.

2.10. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La construcción sostenible y asequible, complementada con los estándares de comodidad requeridos hoy en día, puede ser un objetivo a lograr en la industria de la construcción. Las emisiones de CO₂ a la atmósfera, los consumos de energía y agua, y la asequibilidad son algunos parámetros a tener en cuenta en la perspectiva de los procesos de fabricación de productos ecológicos. Además, hay otros aspectos que contribuyen a las soluciones o prácticas de construcción ecológica, como la reutilización, la elección de materiales de construcción ecológicos (que deben ser renovables, locales y abundantes), la retroadaptación y la elección de métodos y técnicas de baja tecnología (Plúa, 2012).

2.11. BLOQUES ECOLÓGICOS

El concreto con agregado reciclado es una tecnología importante para la reducción de la carga ambiental que permite el ahorro de recursos mediante el reciclaje de los escombros de concreto como un agregado (Yoda y Shintani, 2014). El bloque ecológico se caracteriza por presentar alta resistencia a la compresión, excelente terminación, mínimos índices de fisuras por contracciones y un bajo costo (Salinas, 2012).

Los bloques ecológicos, se han ganado en la actualidad más acceso ya que ellos contribuyen a que no se contamine el medio ambiente, mediante la utilización de los residuos tanto agrícolas, agroindustriales, agropecuarios entre otros (Parnisari, 2014).

2.12. MATERIALES ALTERNATIVOS PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS

Según Alessandro (2017) se puede identificar tres clases diferentes de materiales de desecho para la producción de hormigones reciclados: desechos de demolición, desechos industriales y desechos agrícolas.

2.12.1. DEMOLICIÓN DE RESIDUOS

El concreto es el material de construcción más extendido en todo el mundo, pero no es eterno, lo que estimula las consideraciones del ciclo de vida. La industrialización fomenta el desarrollo de actividades de construcción y demolición y, en consecuencia, la generación de cantidades cada vez mayores de escombros y residuos, el hecho de poder reutilizar efectivamente los desechos de una demolición de estructuras podría representar un camino hacia un uso más sostenible de dicho material (Alessandro, 2017).

2.12.2. RESIDUOS INDUSTRIALES

El uso de desechos industriales para producir eco-bloques está recibiendo un interés considerable y puede depender de una gran cantidad de posibles productos compuestos con características completamente diferentes, ya que la mayoría de estos desechos afectan el medio ambiente, pero se ha buscado la alternativa de reutilizarlos en el campo de construcción estos materiales son: el plástico, caucho de neumáticos y vidrios. Estos residuos se caracterizan por una baja biodegradabilidad y la necesidad de grandes áreas de tierra para su almacenamiento (Couto, Hernández y Sarabia, 2012)

2.12.3. DESECHOS AGRÍCOLAS

Según Alessandro (2017) los desechos agrícolas se pueden combinar con el concreto de tres maneras diferentes: se pueden usar como material de reemplazo de cemento parcial, reemplazo de agregado parcial o refuerzo de fibra para compuestos de concreto. Esta alternativa parece ser muy prometedora ya que las fibras naturales combinan altas propiedades mecánicas, es decir, similares a las de los productos artificiales más comunes, con bajos costos e

impactos ambientales. Además, el uso de desechos agrícolas como reemplazo parcial de los agregados en la mezcla de concreto parece ser una forma alentadora de reducir la dependencia de materiales comunes como gravas y arena natural de extracción.

La sustitución de agregados comunes con desechos agrícolas, en su mayoría representados por cultivos de trigo, maíz y olivo, es una aplicación muy prometedora. El último tipo de desecho de hormigón que se ha investigado recientemente en una gran cantidad de trabajos de investigación está representado por fibras vegetales. Las fibras más utilizadas son el cáñamo, la cáscara de coco, el bambú, el trigo, el maíz y las fibras de sisal. El cáñamo de hormigón es un agregado liviano bien establecido con impresionantes propiedades de aislamiento (Pinto *et al.*, 2016).

2.13. ESTUDIO REALIZADOS SOBRE EL USO DE LA TUSA DE MAÍZ COMO POSIBLE MATERIAL PARA BLOQUES DE HORMIGÓN

Faustino *et al.*, (2015) en su artículo científico “Unidades de mampostería de hormigón ligero basado en granulado procesado de la mazorca de maíz como árido” menciona que se evaluó la posible aplicación de granulado procesado de la mazorca de maíz como un agregado liviano alternativo para el proceso de fabricación de unidades mampostería de concreto liviano, les permitió obtener un conjunto de resultados que sugieren que el producto de construcción presentaba propiedades en el contexto de la pared de mampostería. Por lo tanto, esta solución es prometedora tanto para aplicaciones interiores como exteriores y como conclusión es aún más relevante teniendo en cuenta que la mazorca de maíz es un producto de desecho agrícola.

La mazorca de maíz puede tener interesantes propiedades materiales en términos de comportamientos de aislamiento térmico y acústico. Al mismo tiempo, el granulado de mazorca de maíz también se ha sugerido como un posible agregado orgánico de hormigón liviano para aplicaciones no estructurales, y como una solución alternativa a las actualmente aplicadas, tales como arcilla expandida, partículas de poliestireno expandido (EPS), partículas de corcho u otros residuos lignocelulosos. El alto nivel de absorción de agua del granulado de mazorca de maíz, el lento proceso de secado y la baja resistencia a la compresión del hormigón ligero producido son las principales limitaciones de materiales identificadas (Faustino *et al.*, 2015).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Boyacá ubicada en el cantón Chone, provincia de Manabí. Situada geográficamente entre las coordenadas $0^{\circ} 34' 09''$ latitud sur; $80^{\circ} 10' 38.15''$ longitud oeste, elevación 154m.

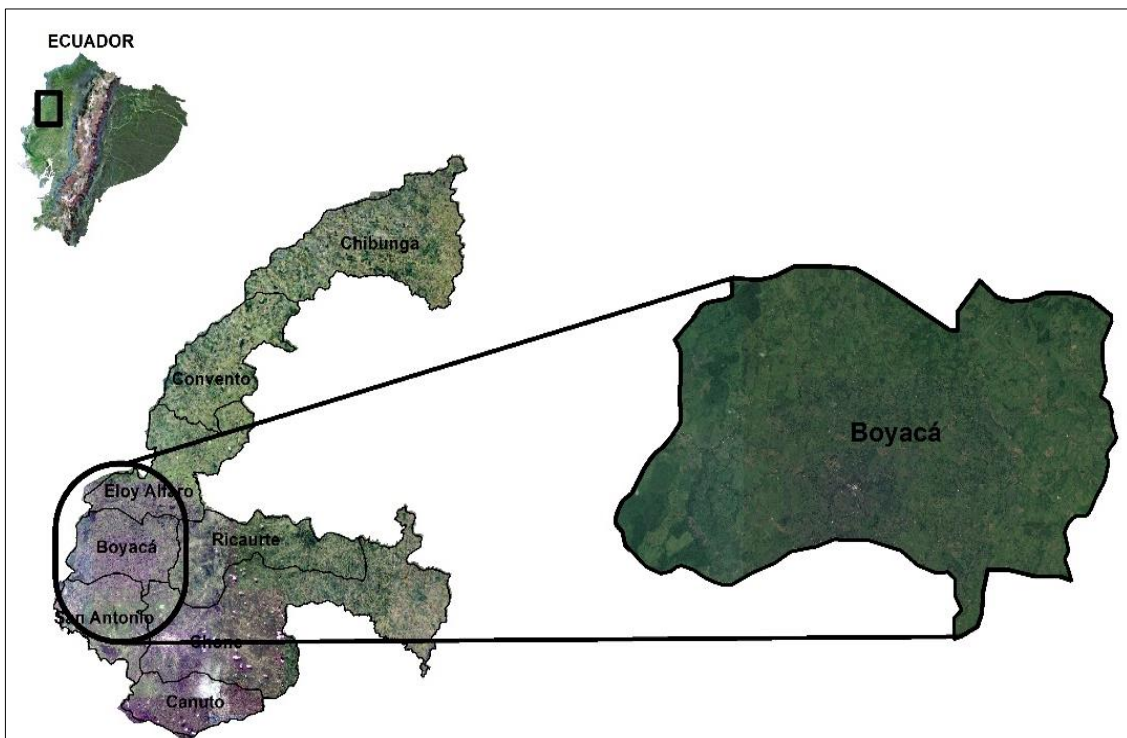


Figura 3. 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

3.2. DURACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en un tiempo de 6 meses a partir del mes de abril hasta el mes de octubre del 2018.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODOS

3.3.1.1. MÉTODO CUANTITATIVO

Este método nos permitió reconocer los aspectos numéricos de la investigación que dieron relevancia a los datos que se obtuvieron de las cantidades en porcentajes de cada uno de los elementos que se utilizaron, con el fin de identificar la mejor composición del prototipo a fabricar.

3.3.1.2. MÉTODO DESCRIPTIVO

Este método conllevó a la descripción de cada una de las actividades que se realizaron para la elaboración de los bloques para la construcción, así mismo de los recursos y equipos necesarios para la elaboración del mencionado producto.

3.3.1.3. MÉTODO EXPERIMENTAL

El método experimental permitió la manipulación de los elementos que son de requerimiento para obtener el mejor prototipo, para esto se necesitó de vital importancia una secuencia de las pruebas mecánicas en la que podemos mencionar la resistencia a compresión de los bloques para la construcción, los mismos que tienen que cumplir con la norma NTE INEN 3066 (2016).

3.3.2. TÉCNICAS

3.3.2.1. OBSERVACIÓN

La observación permitió una visualización más precisa de las acciones que se realizaron dentro del proceso, más aún cuando se debió de establecer un criterio científico como el que se presentará en las pruebas mecánicas. Así mismo, en conjunto con las otras técnicas.

3.3.2.2. ENCUESTA

Se utilizó la técnica de la encuesta en esta investigación ya que fue de gran importancia encuestar a los agricultores de maíz para saber las cantidades de residuos que generan y el destino final de los mismos.

3.3.2.3. PRUEBAS MECÁNICAS

Para determinar la calidad del bloque para la construcción a base de residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*), se realizó pruebas de resistencia mecánica. Para la obtención de un bloque que cumpla con los requisitos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental, se obtuvo que efectuar varias cantidades de prototipo con diferentes composiciones y combinaciones, los cuales se estudiarán para así poder determinar cuál es la opción más factible según los requisitos de la Normativa de calidad NTE INEN 3066 (2016).

3.4. FACTOR (ES) EN ESTUDIO

El factor en estudio fue la cantidad de residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja) que se agregó en la fabricación de los bloques para la construcción, los residuos del cultivo de maíz fueron triturados tal y como lo menciona Faustino *et al.*, (2015).

Cuadro 3. 1. Combinaciones de los niveles.

Tratamientos	Cemento (kg)	Arena (kg)	Granulado volcánico		Residuos del cultivo de maíz	
			%	kg	%	kg
T ₁	1,25	1,22	75	3,75	25	1,25
T ₂	1,25	1,22	50	2,50	50	2,50
T ₃	1,25	1,22	25	1,25	75	3,75
TESTIGO	1,25	1,22	100	5,00	0	0,0

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

3.4.1. TRATAMIENTOS

Se realizaron tres tratamientos, con tres repeticiones el cual da un total de nueve unidades experimentales.

Cuadro 3. 2. Tratamientos.

Nº Tratamiento	Factor T
1	T ₁
2	T ₂
3	T ₃

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación fue de carácter experimental y estuvo sujeta a un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo unifactorial.

Cuadro 3. 3. Delineamiento experimental.

Diseño Experimental	Diseño Completamente Aleatorio (DCA)	
Número de Tratamientos	3	
Número de Repeticiones	3	
	Cantidad en kg de residuos del cultivo de maíz	
TRATAMIENTOS	1	1,25
	2	2,50
	3	3,75

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cuadro 3. 4. Descripción de las unidades experimentales.

Nomenclatura	Unidad experimental	Combinaciones	
		Granulado volcánico	Residuos del cultivo de maíz
T ₁	A ₁ B ₁	3,75	1,25
T ₂	A ₁ B ₂	2,50	2,50
T ₃	A ₁ B ₃	1,25	3,75
T ₄	TESTIGO	5,0	0,0

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

3.7. VARIABLES A MEDIR

3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*).

3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Elaboración de bloques como alternativa sostenible.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico a través del software estadístico InfoStat (Versión 2017):

- Análisis de la Varianza unifactorial (ANOVA).
- Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Se procesaron datos en Microsoft Excel 2016:

- Gráficos Estadísticos

Cuadro 3. 5. Análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	8
Tratamientos	2
Error Experimental	6

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

La ejecución del trabajo de investigación se desarrolló en las siguientes fases:

3.9.1. FASE I: ESTIMAR LA CANTIDAD DE RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ QUE SE GENERAN EN CADA COSECHA

ACTIVIDAD 1. REALIZAR UNA ENCUESTA A LOS AGRICULTORES DE MAÍZ: Se aplicó una encuesta a los productores de residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Boyacá, cantón Chone con el fin de conocer el volumen que generan y cuál es el destino final de los mismos.

3.9.2. FASE II: ELABORAR BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO COMO AGREGADO RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

ACTIVIDAD 2. OBTENCIÓN DE LA TUSA, TALLO Y HOJA DE MAÍZ: Los residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja) fueron adquiridos de los agricultores de maíz de la parroquia Boyacá, cantón Chone.

ACTIVIDAD 3. TRITURACIÓN MECÁNICA: En esta actividad se constató que las tusas, hojas y tallos del maíz fueron completamente secas, para así proceder con la trituración mecánica, cada uno de los residuos fueron triturados por separado.

ACTIVIDAD 4. ELABORACIÓN DE BLOQUES: La elaboración de los bloques para la construcción se lo realizó mezclando los agregados en una mezcladora especial de concreto y el moldeado en una maquinaria vibro-compactación.

3.9.3. FASE III: DETERMINAR EL TRATAMIENTO QUE PRESENTA LA MAYOR RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN ELABORADOS CON RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

ACTIVIDAD 5. PRUEBAS DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN: Ya terminado el proceso de la elaboración de los bloques para la construcción con residuos del cultivo de maíz, se tomaron tres unidades de cada muestra, los mismos que fueron llevados al Laboratorio de mecánica de suelos Orlando Mora M., en la ciudad de Portoviejo para realizar las pruebas de resistencia de compresión.

ACTIVIDAD 6. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES: Ya obtenidos los resultados se realizó un análisis estadístico de los tratamientos y una comparación entre los bloques tradicionales y los bloques para la construcción elaborados con residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hojas).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTIMAR LA CANTIDAD DE RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ QUE SE GENERAN EN CADA COSECHA

4.1.1. REALIZAR UNA ENCUESTA A LOS AGRICULTORES DE MAÍZ

Se realizaron encuestas de tipo cerrada a los productores del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Boyacá, cantón Chone. El propósito fue establecer información, estimar la cantidad que generan y saber el destino final de residuos en cada cosecha. Para el cálculo de la muestra se tomó como referencia un estudio realizado por Saldarriaga (2017) en el que menciona que la parroquia Boyacá cuenta con cuarenta y cinco familias productoras, y en base a ello se realizó la encuesta a todas las familias productoras del cultivo de maíz. (Anexos 1, 2 y 3)

a) Veces al año que se cultiva y cosecha el maíz (*Zea mays*).

Cuadro 4. 1. Veces al año que se cultiva y cosecha el maíz (*Zea mays*).

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Una vez al año	45	100%
Dos veces al año	0	0%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

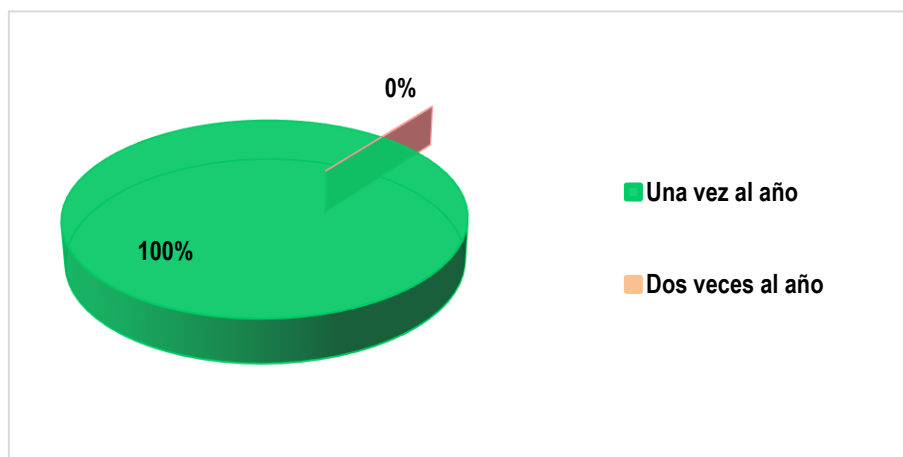


Gráfico 4. 1. Veces al año que se cultiva y cosecha el maíz (*Zea mays*).

Según los resultados obtenidos en la encuesta, el 100% (45 agricultores) de la población de productores cultiva y cosecha el maíz (*Zea mays*) una vez al año, en la época de invierno, esto se debe a las condiciones climáticas, dificultades de accesibilidad al agua en épocas de verano y falta de inversión en sistemas de riego. Según Reyes (1985) el cultivo de maíz tiene mejor adaptación “en suelos húmedos y fértiles, en regiones subtropicales templadas y temperaturas altas durante el día y bajas durante la noche”.

b) Siembra monocultivo o asociado con otros cultivos.

Cuadro 4. 2. Siembra monocultivo o asociado con otros cultivos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Solo monocultivos	38	84%
Asociados con otros cultivos	7	16%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

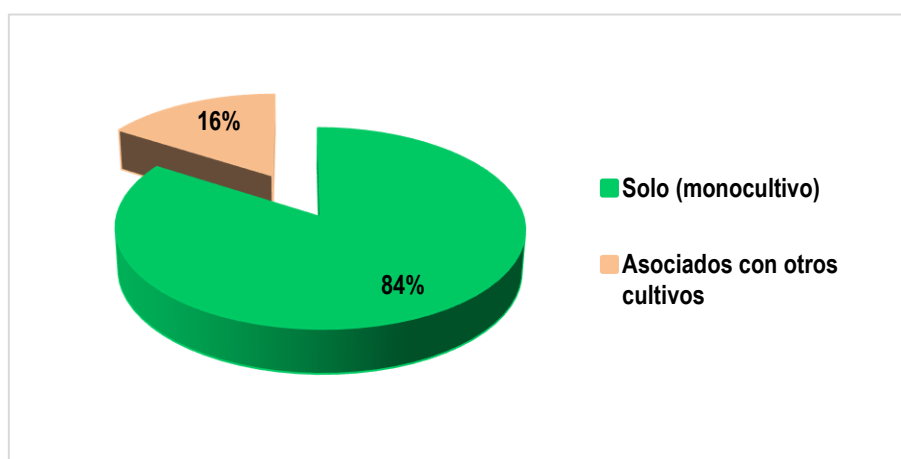


Gráfico 4. 2. Siembra monocultivo o asociado con otros cultivos.

Según los resultados obtenidos en la encuesta, el 84% (38 agricultores) de productores siembran solo cultivos de maíz, porque al sembrar asociados con otros cultivos el rendimiento del cultivo disminuye por la disponibilidad de recursos que no son compensados al haber un número significativo de plantas. Según Andrade (2002) el cultivo de maíz al ser una planta de ciclo corto necesita densidades mayores que otros cultivos de ciclo largo y el 16% (7 agricultores) cultiva maíz asociados con otros cultivos, por la poca disponibilidad terrenos.

c) Superficie total (hectáreas) de siembra de cultivo de maíz.

Cuadro 4. 3. Superficie total (hectáreas) de siembra de cultivo de maíz.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Una hectárea	15	33%
Dos hectáreas	11	24%
Tres hectáreas	7	16%
Más de tres hectáreas	12	27%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

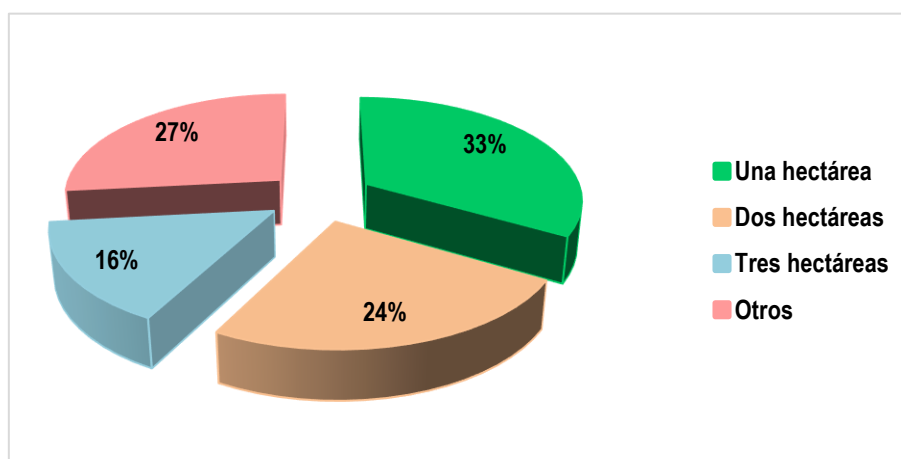


Gráfico 4. 3. Superficie total (hectáreas) de siembra de cultivo de maíz.

Según los resultados obtenidos en la encuesta, el 33% (15 agricultores) de productores poseen extensiones reducidas dedicadas a la agricultura por lo que utilizan una hectárea para la siembra del cultivo de maíz, seguido por el 27% (12 agricultores) que utilizan más de tres hectáreas, el 24% (11 agricultores) siembran dos hectáreas, y el 16% (7 agricultores) de la población siembra tres hectáreas de cultivo de maíz.

d) Cantidad que producen sus tierras.

Cuadro 4. 4. Cantidad que producen sus tierras.

Rendimiento	Superficie Mínima-Máxima	Frecuencia	Porcentaje
100 a 500 quintales	1 - 3 hectáreas	27	60%
501 a 1000 quintales	4 - 6 hectáreas	13	29%
1001 a 1500 quintales	6 - 10 hectáreas	1	2%
Más de 1500 quintales	Más de 10 hectáreas	4	9%
Total		45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

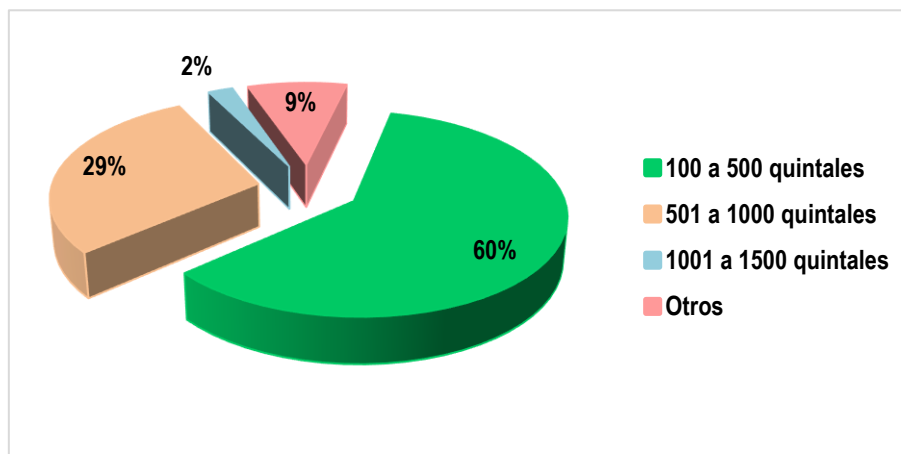


Gráfico 4. 4. Cantidad producen sus tierras.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta, el 60% (27 agricultores) de los productores cosechan de 100 a 500 quintales en una superficie estimada de 1 a 3 hectáreas, esto se debe a que en la comunidad predominan los minifundios (finca agrícola de extensión reducida), seguido por el 29% (13 agricultores) cosechan de 500 a 1000 quintales, mientras que el 9% (4 agricultores) cosechan más de 1500 quintales de maíz y el 2% (1 agricultor) cosecha de 1000 a 1500 quintales.

e) Meses de mayor cosecha del maíz.

Cuadro 4. 5. Meses de mayor cosecha de maíz.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mayo	3	6%
Junio	33	66%
Julio	14	28%
Otros	0	0%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

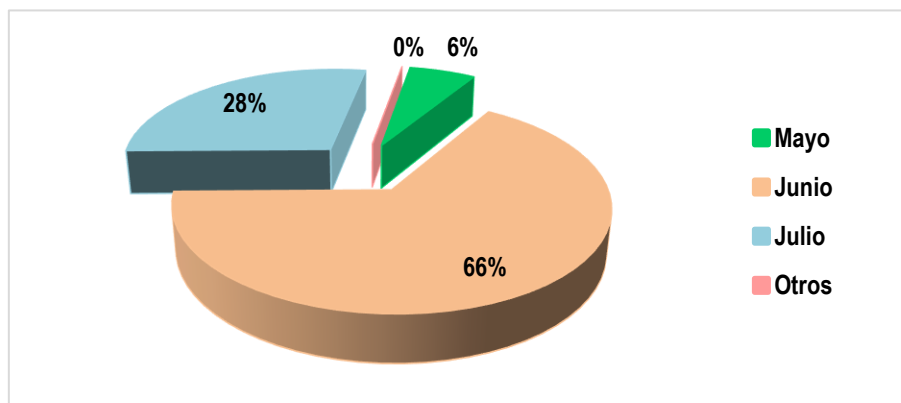


Gráfico 4. 5. Meses de mayor cosecha del maíz.

Según los resultados obtenidos en la encuesta, el 66% (33 agricultores) de los productores cosechan el maíz en el mes de junio, el 28% (14 agricultores) cosechan en julio mientras que el 6% (3 agricultores) cosechan en el mes de mayo. Los meses de cosecha varían entre junio y julio por las condiciones climáticas ya que el tiempo promedio para la cosecha del maíz es de 130 a 150 días después de su sembrado para que el grano este seco (Eyhérbide, 2012).

f) Luego de la cosecha del cultivo de maíz (*Zea mays*), se obtienen ciertos residuos.

Cuadro 4. 6. Luego de la cosecha de maíz (*Zea mays*), se obtienen ciertos residuos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Tusas, tallos y hojas	45	100%
Otros	0	0%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

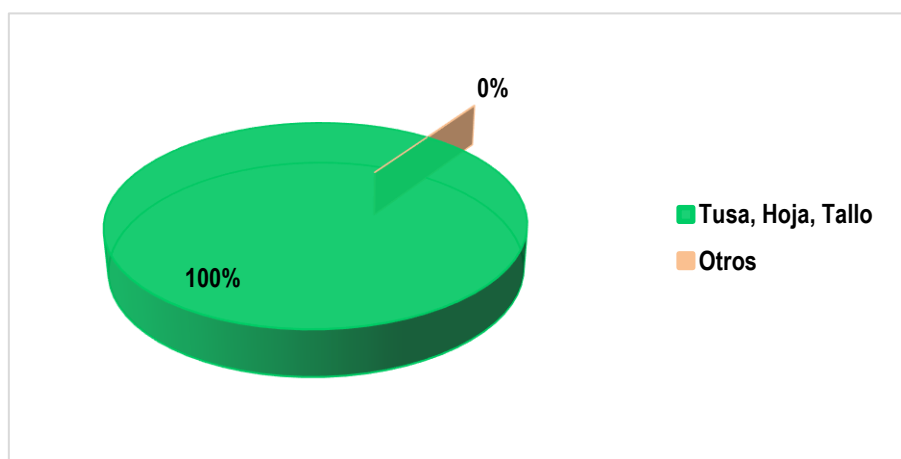


Gráfico 4. 6. Luego de la cosecha de maíz (*Zea mays*), se obtienen ciertos residuos.

Según los resultados obtenidos en la encuesta, el 100% de la población de productores generan solo residuos del cultivo de maíz como son el tallo, tusa y hoja, esto se debe a que no utilizan químicos para la siembra y cosecha del mismo, por lo que no generan otro tipo de residuos.

g) Cantidad de cada uno de estos residuos que se generan en cada cosecha.

Cuadro 4. 7. Cantidad de cada uno de estos residuos que se generan en cada cosecha.

Alternativas	Superficie Mínima-Máxima	Frecuencia	Porcentaje
100 a 300 quintales	1 - 3 hectáreas	39	87%
300 a 600 quintales	4 - 6 hectáreas	3	7%
600 a 900 quintales	7 - 9 hectáreas	2	4%
Otros	Más de 9 hectáreas	1	2%
Total		45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

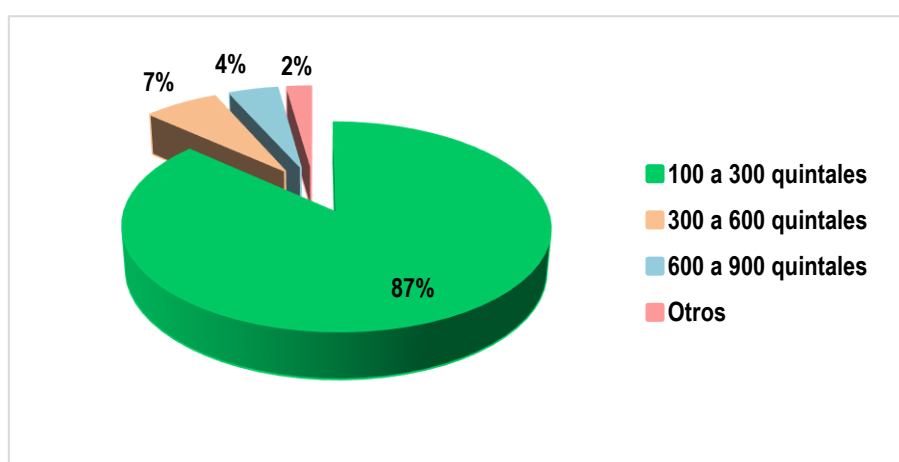


Gráfico 4. 7. Cantidad de cada uno de estos residuos que se generan en cada cosecha.

En las encuestas exponen que 87% (39 agricultores) de los productos generan aproximadamente de 100 a 300 quintales de residuos del cultivo de maíz, el 7% (agricultores) de 300 a 600 quintales, el 4% (2 agricultores) de 600 a 900 quintales y el 2% (1 agricultor) generan más de 1000 quintales de residuos. Reyes, Camacho y Guevara (2013) afirman que se ha incrementado la cantidad de rastrojos por el aumento de la productividad, esto ha hecho más complejo el manejo del mismo, en especial al referirnos al cultivo de maíz, puesto que son los que más residuos dejan sobre la superficie del suelo y son de difícil degradación.

h) Uso que le dan a estos residuos.

Cuadro 4. 8. Uso que le dan a estos residuos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Vende	0	0%
Quema a cielo abierto	33	73%
Abonos	1	2%
Alimento para el ganado	9	20%
Ensilaje	2	5%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

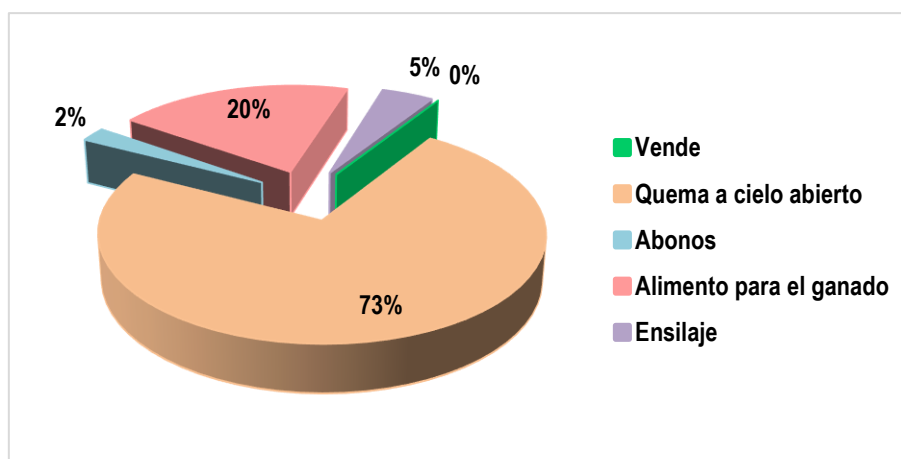


Gráfico 4. 8. Uso que le dan a estos residuos.

Se observa en el gráfico 4.8 el 73% (33 agricultores) de los productores del cultivo de maíz queman a cielo abierto los residuos después de cada cosecha, esto se debe a que el maíz posee tallos de lenta descomposición, lo cual ocasiona que se retrasen las fechas de siembra y los agricultores optan por el medio más practicable la quema, el 20% (9 agricultores) lo usan como alimento para el ganado, el 5% (4 agricultores) realizan ensilaje, mientras que el 2% (1 agricultor) lo reutilizan como abonos para las plantas.

Taladriz y Schwember (2012) menciona que las principales ventajas por las cuales la quema de los residuos del cultivo de maíz es comúnmente utilizada por los productores es el bajo costo, dentro de las alternativas de manejos de rastrojos, la quema es aparentemente la más económica y requiere menos tiempo en la preparación del terreno para la siembra del siguiente cultivo, al mismo tiempo que elimina mala hierbas, plagas, entre otras.

Según Ruiz (2015) los residuos del cultivo de maíz son un forraje tosco y voluminoso con limitaciones en su valor nutritivo y aceptabilidad por los animales. Es un alimento bajo en proteína, alto en fibra y lignina, pobre en minerales, de baja digestibilidad y carente de vitaminas. Por ello, al complementarla con alimentos proteicos, energéticos, sales minerales y vitaminas, permite mejorar notablemente su comportamiento. Es un recurso alimenticio que permite apoyar la ganadería, principalmente cuando por condiciones severas del clima, las parcelas o los recursos conservados son escasos.

i) Le gustaría ser capacitado sobre buenas prácticas ambientales de uso de estos residuos.

Cuadro 4. 9. Le gustaría ser capacitado sobre buenas prácticas ambientales de uso de estos residuos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	45	100%
No	0	0%
Total	45	100%

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

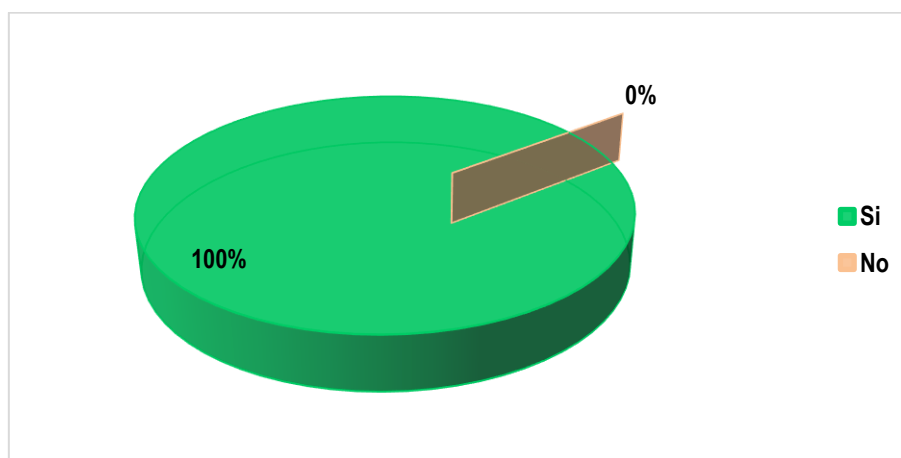


Gráfico 4. 9. Le gustaría ser capacitado sobre buenas prácticas ambientales de uso de estos residuos.

Según los resultados obtenidos en la encuesta, el 100% (44 agricultores) de los productores les gustaría ser capacitados sobre buenas prácticas ambientales de uso de los residuos que generan en cada cosecha, debido a que no cuentan con un conocimiento sobre el adecuado manejo de los residuos del cultivo de maíz. Lanfranco (2008) menciona las Buenas Prácticas Agrícolas, además de identificar las fuentes de contaminación por desechos de una finca, incorporan por obligación desarrollar un Plan de Manejo de esos desechos, tanto de los orgánicos, como los inorgánicos.

4.2. ELABORACION DE BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO COMO AGREGADO RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

4.2.1. OBTENCIÓN DE LA TUSA, TALLO Y HOJA DE MAÍZ

Los residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja) se obtuvieron de los productores del cultivo de maíz de la parroquia Boyacá, cantón Chone, ya obtenidos los residuos se procedió a separar todas las impurezas y sobrantes para evitar la propagación de insectos. Los residuos se mantuvieron por separado en un lugar amplio y fresco evitando el contacto con el agua, se extendió en el piso un plástico en el que se colocaron las tusas, tallos y hojas, las mismas que fueron removidas constantemente durante un mes, para contribuir con el secado completo. (Anexo 4)

Chicaiza (2017) menciona que la tusa de maíz al ser una fibra vegetal debe ser curada y dar un tratamiento para su preservación, al no encontrar métodos que faciliten el cuidado del mismo, se realizó un tratamiento por inmersión química que es aplicada a la madera, bambú y guadua, se procedió a aplicar un tratamiento con ácido bórico, ya que no es contaminante para el medio ambiente ni peligroso para las personas.

Para el desarrollo de este tratamiento se siguió el procedimiento del “Manual de Construcción con Bambú” en el que menciona que la materia prima debe estar completamente seca, por cada 100 litros de agua se utilizó 2,5 kg de ácido bórico, los residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja) se dejaron sumergidos en el tratamiento químico por un lapso de 24 horas, luego se dejó escurrir el agua y secar al ambiente.

4.2.2. TRITURACIÓN MECÁNICA

Después que los residuos estuvieron completamente secos se procedió a la trituration mecánica, en el Taller de Harina y Balanceados del área agroindustrial ESPAM “MFL”, en una trituradora tipo molino de martillo, este molino se lo utilizó solo para triturar las tusas de maíz y además se usó una máquina picadora de la

marca “Champion” para triturar los tallos y hojas de maíz una vez triturados estos residuos (tallos y hojas) se los procedió a colocar en una zaranda casera para arena la cual sirvió para limpiar los excesos grueso y así obtener un triturado más fino en forma de polvo, cada uno de los residuos fueron triturados por separado. (Anexo 5)

4.2.3. ELABORACIÓN DE BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Una vez triturados todos los residuos del cultivo de maíz (tusas, tallos y hojas) se procedió a la elaboración de los bloques para la construcción, en el siguiente esquema. (Anexo 6)

4.2.3.1. DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO

Se colocó los agregados previamente dosificados tal y como se muestra en el cuadro 3.1 en una mezcladora especial para concreto, primeramente se procedió a vaciar el cemento y la arena, dejar que se mezcle bien por un lapso de 5 minutos, luego colocar la piedra volcánica y los residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja), para obtener una mezcla uniforme de los agregados, verter el agua en pocas proporciones mientras se sigue mezclado, una vez colocado todos los materiales se debe mezclar por un lapso más prolongado, conforme los residuos vayan absorbiendo el agua de la mezcla.

4.2.3.2. MOLDEADO

El moldeo de los bloques para la construcción se lo realizó en una maquina vibro-compactación que posee un molde con las dimensiones establecidas del bloque, se ubicó un tablero que sirvió como base, colocado en la parte inferior, luego se encendió la máquina y se llenó los moldes dejando un exceso para permitir que el apisonador llene la totalidad del molde, según Santacruz y Velasteguí (2018) recomienda un lapso de vibrado de aproximadamente 5 minutos.

4.2.3.3. FRAGUADO

Una vez elaborado los bloques para la construcción, estos permanecieron en un lugar que no estén expuestos a los rayos del sol y del viento, con el fin de que se puedan fraguar sin secarse por completo. El tiempo de fraguado es de 24 horas, luego de este tiempo, fueron apilados verticalmente para su respectivo curado.

4.2.3.4. CURADO

Se curó los bloques para la construcción de manera uniforme, esto se lo realizó al día siguiente después de su elaboración, se procedió a distribuir agua limpia en forma de roció suave con la ayuda de una regadera y se los humedeció totalmente por todos los lados para evitar que se sequen los bordes y que no presenten fisuras, según Santacruz y Velasteguí (2018) este proceso se lo realiza por lo menos tres veces al día durante los primeros tres días después de la elaboración de los bloques para la construcción.

Una vez identificado los procesos de la elaboración de los bloques para la construcción, se optó por generar una visualización dinámica del mismo, mediante un diagrama de flujo que permitió un mayor entendimiento, como se lo presenta en la figura 4.1



Figura 4. 1. Diagrama de elaboración de los bloques para la construcción con residuos del cultivo del maíz.

4.3. DETERMINAR EL TRATAMIENTO QUE PRESENTA LA MAYOR RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN ELABORADOS CON RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

4.3.1. PRUEBAS DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN

Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron en el Laboratorio de mecánica de suelos Orlando Mora M., en la ciudad de Portoviejo, los bloques para la construcción fueron colocados en la máquina, la misma que contiene una placa metálica como base y otra placa superior que se ubica sobre el bloque para que reciba una carga uniforme, luego se aplicó presión hasta llegar a la ruptura de los bloques, estas pruebas se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días de su elaboración después de su elaboración siguiendo el procedimiento establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3066 (2016) para el desarrollo de los ensayo se usaron 3 bloques para cada uno de los tratamientos (0%, 25%, 50%, 75%). (Anexo 7)

Cuadro 4. 10. Carga de rotura kg/cm^2 de los bloques para la construcción en función del tiempo.

Dosificación de residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja)		Resistencia a los 7 días (kg/cm^2)			Promedio de resistencia
		Muestras			
TESTIGO	0%	41	26	41	36
T ₁	25%	29	31	36	32
T ₂	50%	31	25	31	29
T ₃	75%	7	9	9	8
Dosificación de residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja)		Resistencia a los 14 días (kg/cm^2)			Promedio de resistencia
		Muestras			
TESTIGO	0%	38	31	28	36
T ₁	25%	38	39	37	38
T ₂	50%	31	27	33	31
T ₃	75%	9	9	10	9
Dosificación de residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja)		Resistencia a los 21 días (kg/cm^2)			Promedio de resistencia
		Muestras			
TESTIGO	0%	49	44	51	48
T ₁	25%	38	41	41	40
T ₂	50%	33	32	33	33
T ₃	75%	9	11	9	10
Dosificación de residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja)		Resistencia a los 28 días (kg/cm^2)			Promedio de resistencia
		Muestras			
TESTIGO	0%	53	52	54	53
T ₁	25%	43	42	41	42
T ₂	50%	33	33	37	34
T ₃	75%	11	11	11	11

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

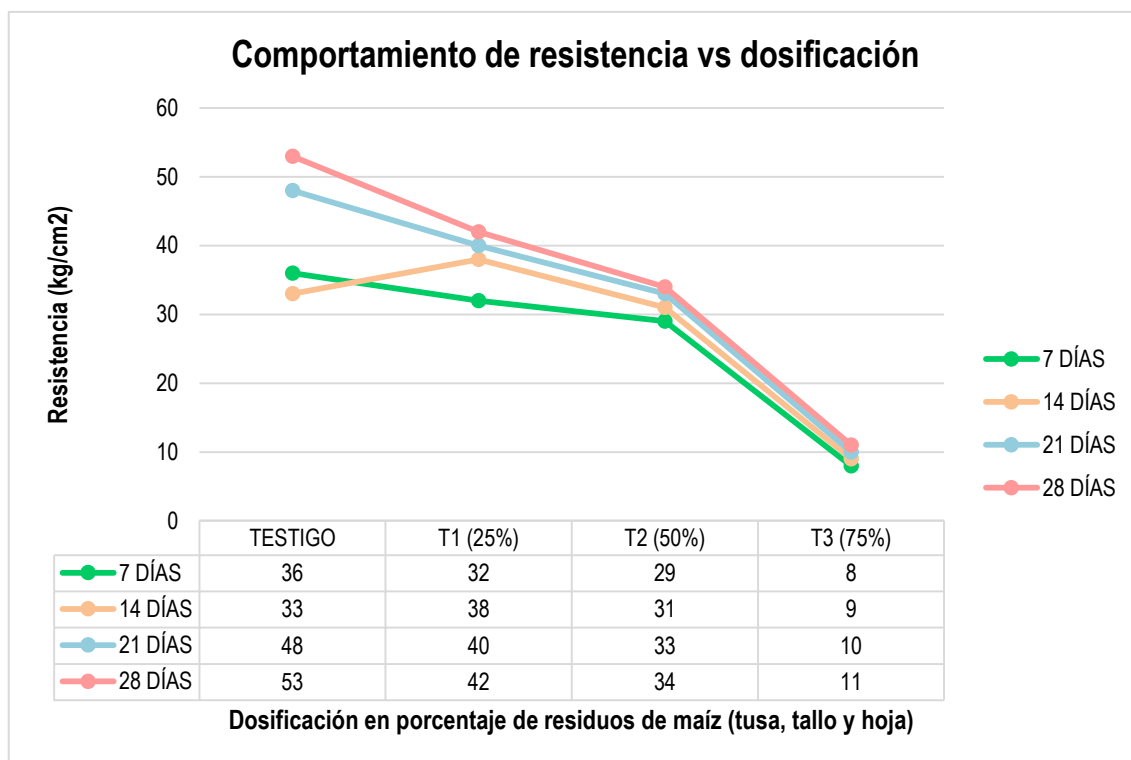


Gráfico 4. 10. Comportamiento de resistencia vs dosificación.

En el gráfico 4.10 muestra los resultados de las pruebas de resistencia para las dosificaciones de residuos del cultivo de maíz, donde indica que la tendencia es de disminución, esto quiere decir que entre más residuos menos resistencia. La mayor resistencia registrada es del bloque para la construcción con el 25% (T1) de residuos del cultivo de maíz a los 28 días con 42 kg/cm², seguida por la dosificación del 50% (T2) con una resistencia de 34 kg/cm², valores que se acercan al bloque tradicional y la menor resistencia para el bloque para la construcción con el 75% (T3) de residuos de maíz con 11 kg/cm².

Según la norma NTE INEN 3066 (2016) el tratamiento 1, es un bloque clase B, ya que obtuvo una resistencia promedio superior a 40,8 kg/cm² y lo clasifica de acuerdo a su uso para paredes exteriores de carga con revestimiento y para paredes interiores de carga con o sin revestimiento, el tratamiento 2, es un bloque clase C clasificándolo de acuerdo a su uso para paredes interiores de carga sin revestimiento y el tratamiento 3 no cumple con la resistencia mínima a la compresión simple.

Poon, Kou y Lam (2002) afirma que la adición de material granulado vegetal en la mezcla de hormigón causa una pérdida de resistencia a la compresión en bloques de hormigón, no tan significativa que impida el uso de este material, con la restricción de que se deben considerar adiciones inferiores a un 50% de agregado vegetal en la mezcla para evitar problemas de resistencia en los bloques de construcción.

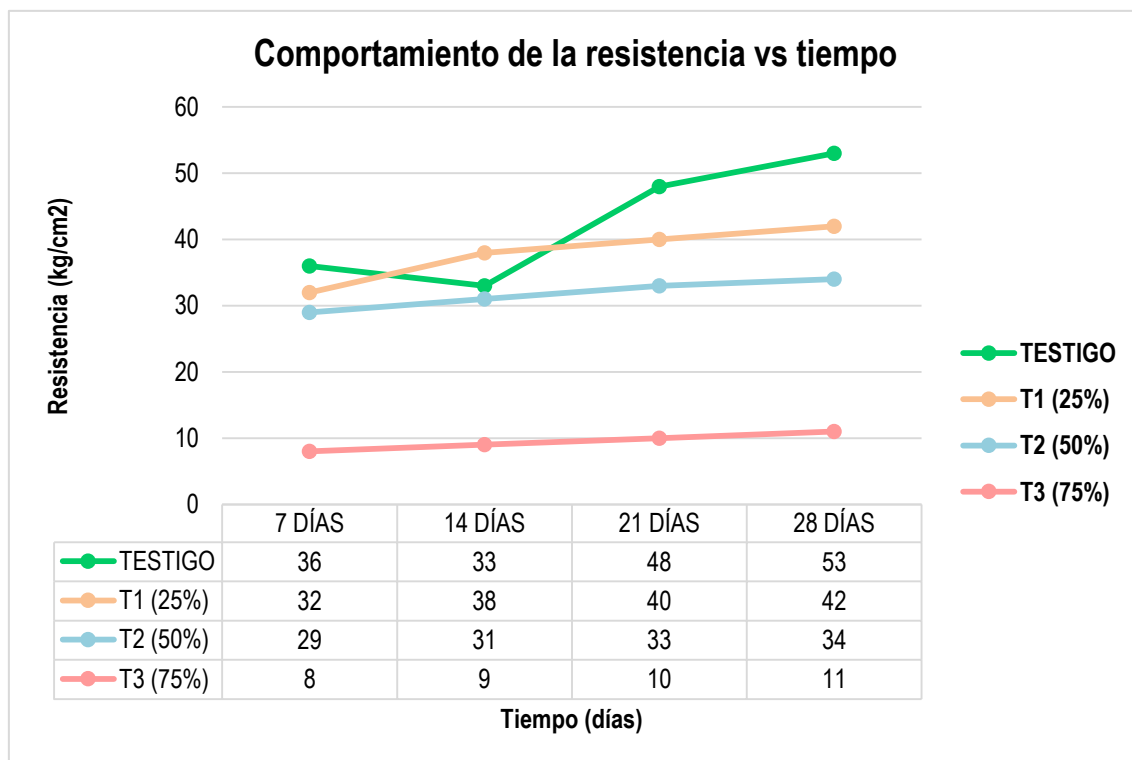


Gráfico 4. 11. Comportamiento de resistencia vs tiempo.

El gráfico 4.11 muestra el comportamiento de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo (7, 14, 21 y 28 días), en el cual se puede verificar el aumento de la resistencia a medida que pasan los días. Excepto para el bloque tradicional (testigo) a los 14 días, donde se puede observar una disminución de la resistencia, esto se debió a que en los primeros 14 días los bloques tradicionales estuvieron expuestos al sol lo cual provocó un secado prematuro.

Según Valdés y Rapimán (2007) los bloques para la construcción compuestos por residuos vegetales muestran un menor peso por unidad que los bloques tradicionales utilizados para la construcción, estos valores se deben principalmente a que los residuos vegetales tienen densidades inferiores respecto a los materiales utilizados.

4.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN

El análisis estadístico se lo desarrolló utilizando el software estadístico InfoStat (versión 2017), donde se realizó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) y la prueba de comparación por el método de TUKEY, de los porcentajes de resistencia a la comprensión de cada uno de los tratamientos a los 7, 14, 21 y 28 días de su elaboración, al diseño experimental se obtuvieron los siguientes resultados.

4.3.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES A LOS 7 DÍAS

Cuadro 4. 11. Resultados de porcentajes de resistencia a los 7 días de su elaboración.

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1	83	88	102	91
T2	87	71	88	82
T3	20	26	24	23

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Cuadro 4. 12. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 7 días de su elaboración.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	P-valor
Tratamientos	2	8102	4051	62	<0,0001
Error experimental	6	395	66		
Total	8	8496			

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Basados en los resultados obtenidos después de medir la resistencia a la comprensión a los 7 días de su elaboración en las muestras de bloques, los valores reportados en los promedios de porcentajes de resistencia (R) por tratamiento son los siguientes: (T_1) R = 91; (T_2) R = 82; (T_3) R = 23; y se determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, es decir hay homogeneidad entre ellos, a un nivel de confianza del 95%, tomando en cuenta que el valor de P fue de 0,0001, por lo tanto es un valor demasiado menor a 0,05, lo cual indica que si existe una diferencia significativa entre la media de los porcentajes de resistencias entre los tratamientos.

Cuadro 4. 13. TUKEY.

Test: Tukey Alfa=0,05				
Error: 65,7778 gl:6				
Tratamientos	Medias	n	E.E.	Agrupación
T1	91	3	5	A
T2	82	3	5	A
T3	23	3	5	B

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Los resultados obtenidos en el cuadro 4.13 muestra que la prueba de Tukey determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T_1 y T_3 , siendo la desviación estándar más alta y la más baja; mientras que los tratamientos T_2 y T_3 , no muestran diferencias significativas, de igual forma los tratamientos T_2 y T_1 no son significativamente diferentes.

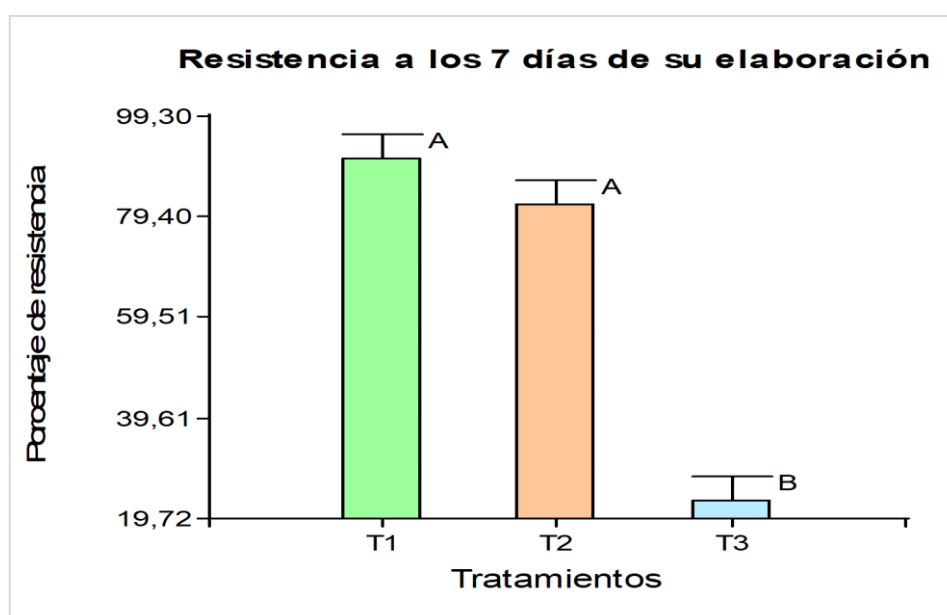


Gráfico 4. 12. Resultados de porcentajes de resistencia a los 7 días de su elaboración.

Los resultados obtenidos en el gráfico 4.12 muestra los valores medios de cada tratamiento de los promedio de porcentaje de resistencia a la compresión de los bloques para la construcción con residuos de maíz (tusa, tallo y hojas), esto quiere decir que los tratamientos T_1 y T_2 se encuentra en los valores que están en la media y el valor medio con menor eficiencia que obtuvo a los 7 días de edad fue el tratamiento T_3 . Según Fuentes, Fragozo y Vizcaino (2015) los bloques para la construcción con adición de residuos del cultivo de maíz, la resistencia a la compresión a los 7 días de su elaboración disminuye ligeramente en la medida que se le aumenta la cantidad de residuos de maíz. Esto nos quiere decir que el porcentaje del tratamiento T_3 presenta menor resistencia a la

compresión a los 7 días, excepto los del tratamiento T_1 y T_2 ya que obtuvieron una mayor resistencia, esta disposición se obtiene por la baja adición de residuos de maíz en cuanto a su estructura cristalina y al tamaño de la partícula de estos residuos añadidos.

4.3.2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES A LOS 14 DÍAS

Cuadro 4. 14. Resultados de porcentajes de resistencia a los 14 días de su elaboración.

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1	108	109	104	107
T2	87	76	93	85
T3	26	24	29	91

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Cuadro 4. 15. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 14 días de su elaboración.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	P-valor
Tratamientos	2	10458	5229	179	<0,0001
Error experimental	6	175	29		
Total	8	10633			

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Basados en los resultados obtenidos después de medir la resistencia a la compresión a los 14 días de su elaboración en las muestras de bloques, los valores reportados en los promedios de porcentajes de resistencia (R) por tratamiento son los siguientes: (T_1) R = 107; (T_2) R = 87; (T_3) R = 91; y se determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, es decir hay homogeneidad entre ellos, a un nivel de confianza del 95%, tomando en cuenta que el valor de P fue de 0,0001, por lo tanto es un valor demasiado menor a 0,05, lo cual indica que si existe una diferencia significativa entre la media de los porcentajes de resistencias entre los tratamientos.

Cuadro 4. 16. TUKEY.

Test: Tukey Alfa=0,05				
Error: 29,2222 gl:6				
Tratamientos	Medias	n	E.E.	Agrupación
T1	107	3	3	A
T2	85	3	3	B
T3	26	3	3	C

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Los resultados obtenidos en el cuadro 4.16. muestra que la prueba de Tukey determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, sin embargo, se verificó que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos.

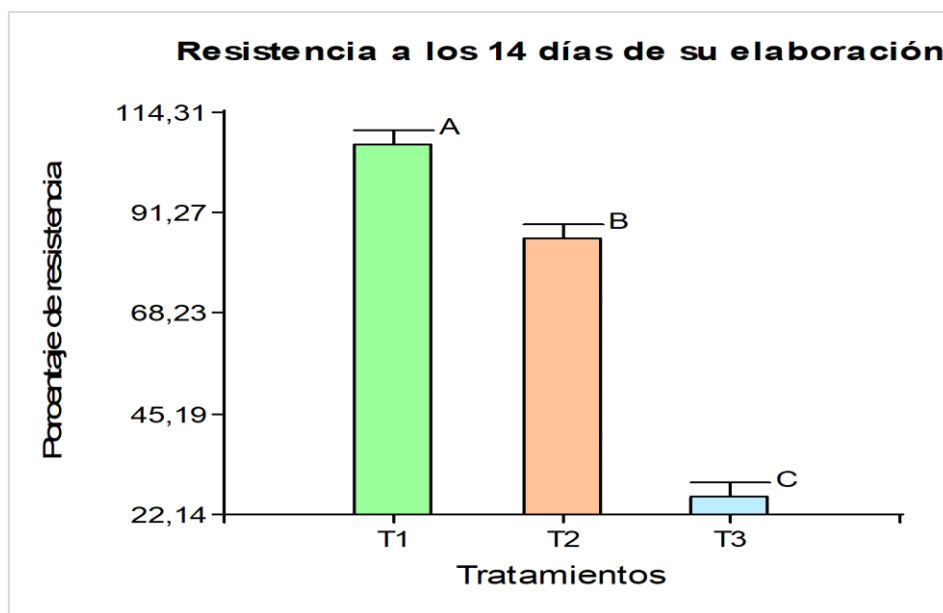


Gráfico 4. 13. Resultados de porcentajes de resistencia a los 14 días de su elaboración.

Los resultados obtenidos en el gráfico 4.13 muestra los valores medios de cada tratamiento de los promedio de porcentaje de resistencia a la compresión de los bloques para la construcción con residuos de maíz (tusa, tallo y hojas), esto quiere decir que el valor medio con mayor eficiencia que obtuvo a los 14 días de su elaboración fue el tratamiento T_1 , el tratamiento T_2 se encuentra en los valores que están en la media y el valor con menor eficiencia que obtuvo a los 14 días fue el tratamiento T_3 . El porcentaje de los tratamientos, se puede observar que existen un rango de significación, los valores muestran que la mayor resistencia se presenta en el porcentaje del tratamiento T_1 , mientras que los valores de menor resistencia son los que tienen mayor cantidad de residuos de maíz añadido, ya que el tratamiento T_3 obtiene el menor porcentaje de resistencia a los 14 días de su elaboración (Almeida, 2011).

4.3.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES A LOS 21 DÍAS

Cuadro 4. 17. Resultados de porcentajes de resistencia a los 21 días de su elaboración.

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1	106	115	114	112
T2	92	91	92	92
T3	26	30	26	27

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Cuadro 4. 18. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 21 días de su elaboración.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	P valor
Tratamientos	2	11651	5825	583	<0,0001
Error experimental	6	60	10		
Total	8	11711			

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Basados en los resultados obtenidos después de medir la resistencia a la compresión a los 21 días de su elaboración en las muestras de bloques, los valores reportados en los promedios de porcentajes de resistencia (R) por tratamiento son los siguientes: (T_1) R = 112; (T_2) R = 92; (T_3) R = 27; y se determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, es decir hay homogeneidad entre ellos, a un nivel de confianza del 95%, tomando en cuenta que el valor de P fue de 0,0001, por lo tanto es un valor demasiado menor a 0,05, lo cual indica que si existe una diferencia significativa entre la media de los porcentajes de resistencias entre los tratamientos.

Cuadro 4. 19. TUKEY.

Test: Tukey Alfa=0,05				
Error: 10,0000 gl:6				
Tratamientos	Medias	n	E.E.	Agrupación
T1	112	3	3	A
T2	92	3	3	B
T3	27	3	3	C

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Los resultados obtenidos en el cuadro 4.19 muestra que la prueba de Tukey determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, sin embargo, se verificó que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos.

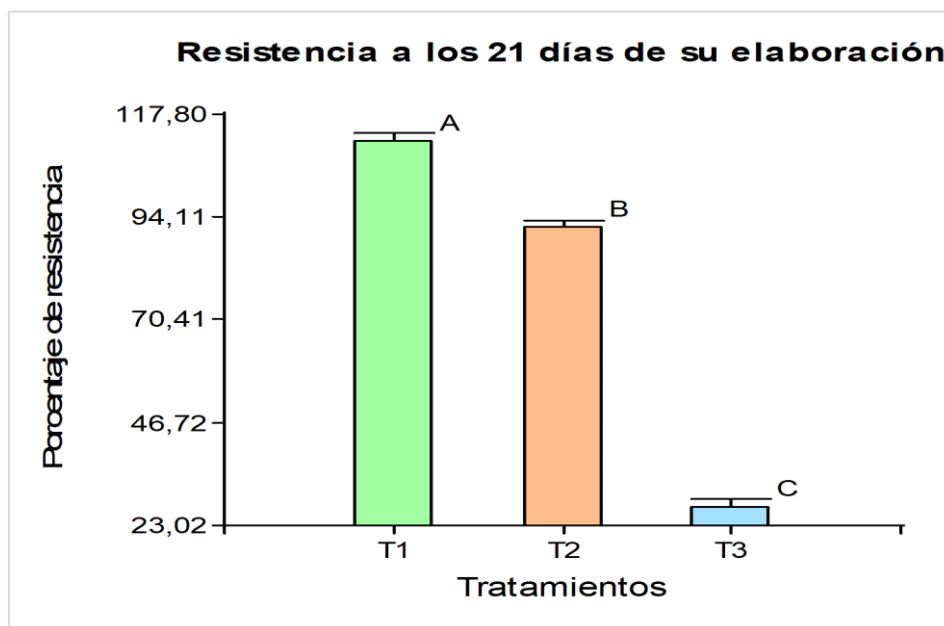


Gráfico 4. 14. Resultados de porcentajes de resistencia a los 21 días de su elaboración.

Los resultados obtenidos en el gráfico 4.14 muestra los valores medios de cada tratamiento de los promedio de porcentaje de resistencia a la compresión de los bloques para la construcción con residuos de maíz (tusa, tallo y hojas), esto quiere decir que el valor medio con mayor eficiencia que obtuvo a los 21 días de su elaboración fue el tratamiento T_1 , el tratamiento T_2 se encuentra en los valores que están en la media y el valor con menor eficiencia que obtuvo a los 21 días fue el tratamiento T_3 . Se comprueba que la mayor resistencia a la compresión del tratamiento T_1 a los 21 días de su elaboración, con una resistencia alta, a pesar de la alta dispersión de sus valores. El T_3 , con reemplazo del 75% de dosificación presenta una menor resistencia (Novoa, Becarra y Vásquez 2016); en este sentido se concluye que el tratamiento T_1 , con un 25% de dosificación de reemplazo del agregado volcánico fue la mezcla indicada para los 21 días, pero se obtienen resistencias adecuadas similares a los bloques tradicionales.

4.3.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS

Cuadro 4. 20. Resultados de porcentajes de resistencia a los 28 días de su elaboración.

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1	121	116	113	117
T2	92	92	103	96
T3	31	31	30	31

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Cuadro 4. 21. ANOVA de porcentajes de resistencia a los 28 días de su elaboración.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	P valor
Tratamientos	2	12062	6031	317	<0,0001
Error experimental	6	114	19		
Total	8	12176			

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Basados en los resultados obtenidos después de medir la resistencia a la compresión a los 28 días de su elaboración en las muestras de bloques, los valores reportados en los promedios de porcentajes de resistencia (R) por tratamiento son los siguientes: (T_1) R = 117; (T_2) R = 96; (T_3) R = 31; y se determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, es decir hay homogeneidad entre ellos, a un nivel de confianza del 95%, tomando en cuenta que el valor de P fue de 0,0001, por lo tanto es un valor demasiado menor a 0,05, lo cual indica que si existe una diferencia significativa entre la media de los porcentajes de resistencias entre los tratamientos.

Cuadro 4. 22. TUKEY.

Test: Tukey Alfa=0,05				
Error: 19,0000 gl:6				
Tratamientos	Medias	n	E.E.	Agrupación
T1	117	3	3	A
T2	96	3	3	B
T3	31	3	3	C

Elaborado por: Domínguez y Loor (2018)

Los resultados obtenidos en el cuadro 4.22 muestra que la prueba de Tukey determinó estadísticamente que los tratamientos si presenta diferencias significativas entre sí, sin embargo, se verificó que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.

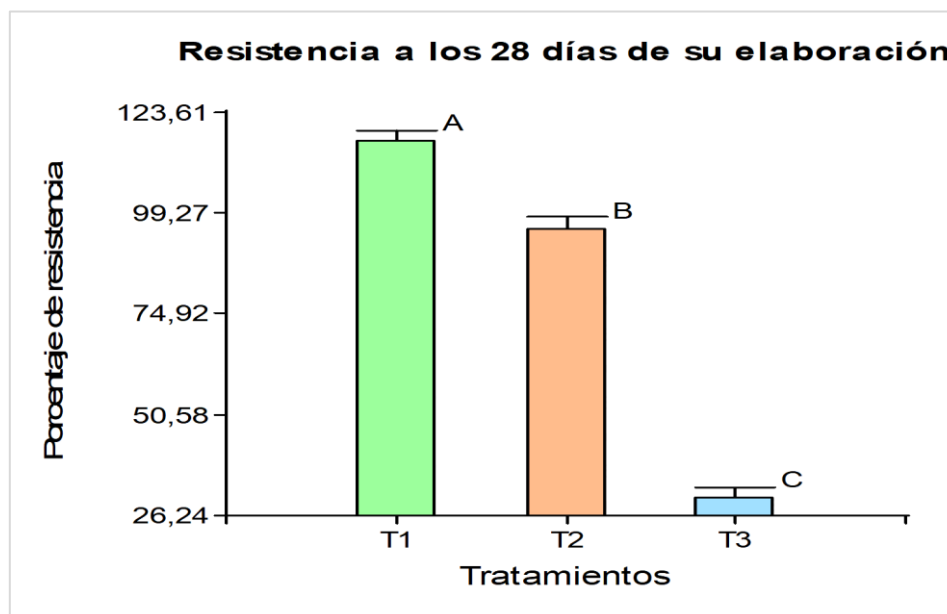


Gráfico 4. 15. Resultados de porcentajes de resistencia a los 28 días de su elaboración.

Los resultados obtenidos en el gráfico 4.15 muestra los valores medios de cada tratamiento de los promedio de porcentaje de resistencia a la compresión de los bloques para la construcción con residuos de maíz (tusa, tallo y hojas), esto quiere decir que el valor medio con mayor eficiencia que obtuvo a los 28 días de su elaboración fue el tratamiento T_1 , el tratamiento T_2 se encuentra en los valores que están en la media y el valor con menor eficiencia que obtuvo a los 28 días fue el tratamiento T_3 . Esto se puede mostrar que los bloques para la construcción con residuos del cultivo de maíz a los 28 días de su elaboración existe una relación inversa, a menor concentración de residuos de maíz añadido en la mezcla, mayor resistencia tienen los bloques, esto quiere decir que los residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hojas) son elementos adicionales a los demás elementos del bloque y que al utilizar la fuerza de rotura los residuos generan la ventaja de resistir una fuerza de compresión al estar mezclado con el cemento y los agregados finos (Almeida, 2011). Por lo tanto, se concluye que los residuos del cultivo de maíz al estar incluido a los demás elementos del bloque debido a sus características y propiedades ayudan a mejorar la resistencia en conjunto, pero con menor volumen ya que de esta forma los residuos de maíz favorecen en un porcentaje a mejorar las características del bloque; lo que no ocurre que al aumentar el porcentaje de los residuos estos ocupan el lugar del agregado volcánico ya que forman parte de la mezcla normal de los bloques.

4.3.2.5. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DE LOS BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN CON RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ (TUSA, TALLO Y HOJA)

Los resultados obtenidos en el gráfico 4.16 muestra la comparación de resistencia a la compresión que se obtuvo entre los bloques tradicionales y los bloques para la construcción con residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja), donde podemos observar que a los 7, 21 y 28 días de su elaboración los bloques tradicionales tuvieron mayor resistencia que los bloques con residuos de maíz y a los 14 días los bloques para la construcción con el 25% de residuos del cultivo de maíz presento una mayor resistencia que los bloques tradicionales.

Comparando la resistencia a la compresión del bloque tradicional y del material compuesto de residuos de maíz adicionado, se puede considerar que el 25% de material compuesto con fibras de residuos del cultivo de maíz presenta un aumento considerable en la resistencia lo que indica que la fibra de residuos de maíz tiene un gran aporte a la resistencia de compresión ya que tiene un similar a la resistencia de los bloques tradicionales. Sin embargo, es necesario que se lleven a cabo a realizar ensayos adicionales para los bloques para la construcción del 25% de dosificación con residuos del maíz para poder disminuir la variabilidad de los elementos comunes que se utilizan en la mezcla en comparación con los bloques tradicionales (Estrella, 2016).

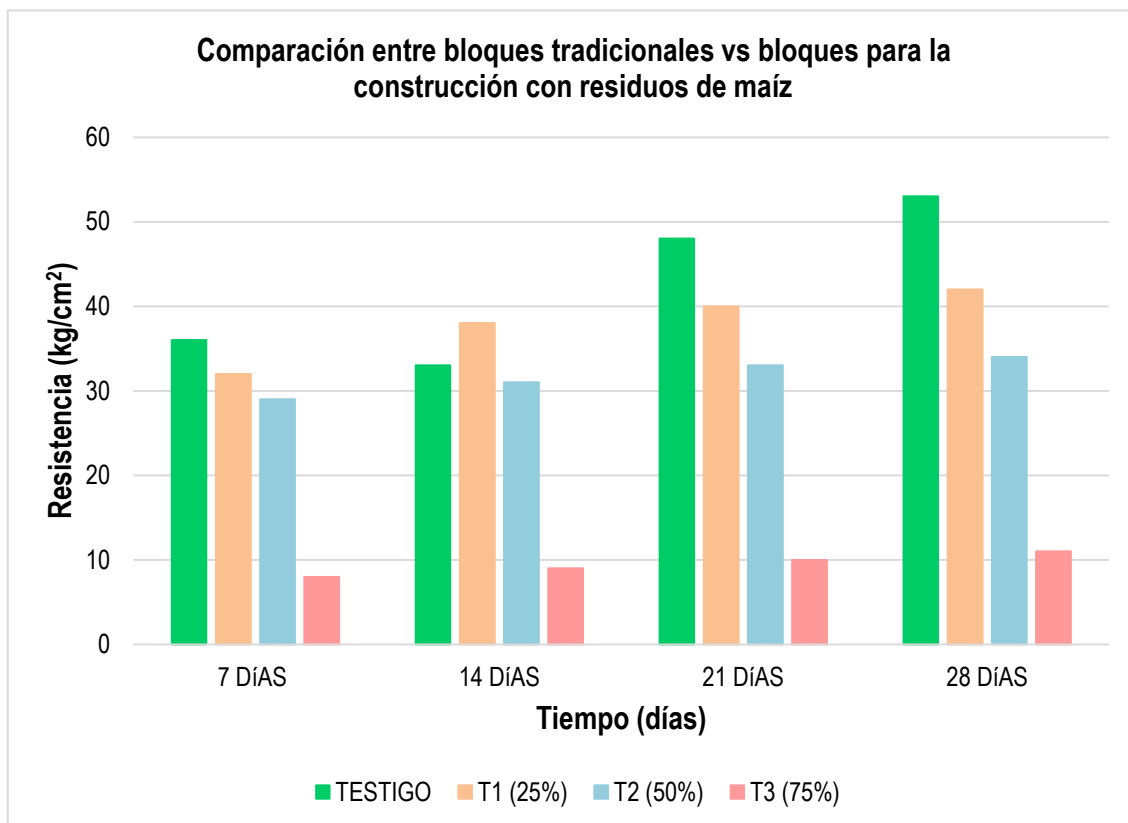


Gráfico 4. 16. Comparación de resistencia a la compresión bloques tradicionales vs bloques para la construcción con residuos de maíz.

4.4. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se acepta la hipótesis planteada, la cual menciona que dos de los tratamientos con residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*), cumplen con los parámetros mínimos establecidos en la norma NTE INEN 3066 (2016).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En la encuesta realizada a los agricultores del cultivo de maíz de la parroquia Boyacá, cantón Chone, el 73% (33 agricultores) de los productores del cultivo de maíz queman a cielo abierto los residuos después de cada cosecha, esto se debe a que el maíz posee tallos de lenta descomposición, lo cual ocasiona que se retrasen las fechas de siembra y optan por el medio más practicable la quema, mientras que el 27% le dan otra utilidad como alimento para el ganado sin ningún proceso, ensilajes y abonos para las plantas.
- ✓ Se elaboró 48 bloques para la construcción, dentro de los cuales se incluyen 36 bloques para la construcción con residuos del cultivo de maíz (tusa, tallo y hoja) y 12 bloques tradicionales, los cuales fueron sometidos a pruebas de resistencia mecánica. Se establecieron 3 tratamientos con diferentes dosificaciones (25%, 50% y 75% de tusa, tallo y hoja) y un testigo que fueron sometidos a pruebas de resistencia con respecto al tiempo (7, 14, 21 y 28 días después de su elaboración).
- ✓ La realización de pruebas mecánicas determinó que el T1 (25%) y el T2 (50%) se encuentran dentro de los parámetros dispuestos en la norma NTE INEN 3066 (2016), ya que obtuvieron una resistencia promedio superior de 17,34 kg/cm² y el T3 (75%) no cumple con la resistencia mínima a la compresión simple.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar capacitaciones a los agricultores sobre buenas prácticas ambientales que incentiven a la reutilización de los residuos del cultivo de maíz que generan en cada cosecha.
- ✓ Se recomienda el uso de otros residuos agrícolas como las cáscaras de maní y coco, ya que han sido reportados por varios autores como posibles materiales para la construcción.
- ✓ Para futuras investigaciones se recomienda utilizar el 35% - 45% de residuos del cultivo de maíz como sustituto parcial del agregado volcánico, ya que estos porcentajes la resistencia cumplen con los parámetros de resistencia mínima establecidos en la norma NTE INEN 3066 (2016).

BIBLIOGRAFÍA

- Acota, R. (2009). El cultivo de maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Revista Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 30(2), 113-120.
- Alessandro, A., Fabiani, C., Pisello, A., Ubertini, F., Materazzi, A., y Cotana, F. (2016). Hormigones innovadores para construcciones bajas en carbono. *Revista Internacional de tecnologías bajas en carbono*. 3(12), 289-309.
- Almeida, N. (2011). Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato (tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Andrade, F. 2002. Sendero agrícola. Consultado el 30 de octubre de 2018. Recuperado de <http://www.inta.gov.ar>.2002
- Anukam, A., Goso, B., Okoh, O., y Mamphweli, S. (2017). Estudios sobre caracterización de mazorca de maíz para su aplicación en un proceso de gasificación para la producción de energía. *Revista de Química*, 1(2), 1-9.
- Basantes, E. (2015). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Recuperado el 17 de enero de 2018, de <http://repositorio.espe.edu.ec>
- Bastidas, A. (2013). Estudio comparativo de comportamiento estructural de paredes de mampostería con bloques de concreto, reforzadas con fibras de acero (tesis pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Caballero, J., Moreno, A., Reyes, J., Silvestre, J., López, W., y Jiménez, J. (2017). Competencia del uso del rastrojo de maíz en sistemas agropecuarios mixtos en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 89-102.
- Cánoves, J., Calvet, V., Benlloch, J., y Valcuende, M. (2012). Métodos de cálculo indirectos del periodo de descimbrado a partir de la evolución de la resistencia del hormigón. *Revista de la Construcción*, 11(3), 112-124.
- Carcedo, M. (2012). Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula. Recuperado el 14 de Febrero de 2018, de <http://oa.upm.es>
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). (2014). La quema de residuos agrícolas: fuentes de dioxinas. Recuperado el 17 de enero 2018, de <http://www3.cec.org>
- Carrera, D. (2016). Bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado con poliestireno (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Casanova, L; Jiménez, M; Zamora, V y Medina, J. 2017. Fabricación de bloques huecos de concretos con mezclas poliméricas a base de policloruro de vinilo (PVC) y poliestireno (PS) reciclado. *Ingeniería y Sociedad*. 1(12), 1-8.
- Chicaiza, V. (2017). Analisis comparativo de la resistencia a compresion entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maiz triturado como sustitutorparcial del agregado grueso (tesis pregrado). Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). (2011). Manejo u uso de rastrojos. Recuperado el 27 de enero de 2018, de <http://www.alternativasquemas.cl>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). pág. RO N° 449 del 20 de octubre del 2018.
- Córdoba, J., Salcedo, E., Rodríguez, R., Zamora, R., Contreras, H., Robledo, J., y Delgado, E. (2013). Caracterización y valoración química del olote: Degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas. *Revista Latinoamericana de Química*, 41(3), 170-172.
- Couto, B; Hernández, A y Sarabia, C. 2012. La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en Juárez: lecciones innovadoras para otros municipios. *Revista Pueblos y Fronteras*. 13(7), 178-209.
- Estrella, S. (2016). Estudio de un material compuesto a base de fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas de elementos de concreto reforzado (tesis pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Eyhérbide, G. 2012. Bases para el manejo del cultivo de maíz. Consultado el 31 de octubre 2018. Recuperado de inta.gob.ar
- Faustino, J., Silva, E., Pinto, J., Soarea, E., Cunha, V., y Soares, S. (2015). Unidades de albañilería de concreto ligeros basadas en granulado procesado de maiz de maíz como agregado. *Revista Latinoamericana de Química*, 65(318), 1-8.
- Fonseca, S., Rodríguez, H., y Camargo, G. (2017). Caracterización de residuos del maíz del municipio de ventaquemada. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 8(2), 29-36.
- Fuentes, N., Fragozo, O., y Vizcaino, L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaborción de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 25(2), 99-116.
- Gapollín, G. (2013). División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos. Proyecto NET/00/063 'Evaluación de la sostenibilidad en América Latina y el Caribe' Santiago de Chile. Recuperado el 19 de enero de 2018, de <http://repositorio.cepal.org>

- Gómez, E. (2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 22(1), 115-136.
- González, E., y Lizárraga, L. (2015). Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas, caso Chiapas Mexico. *Revista Ingeniería*, 19(2), 91-101.
- Greentru, P. (2018). Características de la tusa de maíz. Recuperado el 27 de julio de 2018, de <http://www.greenproducts.com>
- Herrera, F. (2016). Análisis comparativo del peso y resistencia del hormigón tradicional con un hormigón alivianado utilizando el cuesto de la palma africana como material alternativo del agregado grueso (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Jarabo, R., Monte, M., Fuente, E., Santos, S., y Negro, C. (2015). Tallo de maíz de residuo agrícola utilizado como fibra de refuerzo en la producción de fibra-cemento. *Revista Facultad de Zootecnia y Engenharia de Alimentos*, 22(1), 1-35.
- Lanfranco, J. (2008). Capacitación para el reciclado de residuos orgánicos. Recuperado el 30 de octubre de 2018. de <https://www.usodelsuelo.unlp.edu.ar>
- MAGAP (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2017). Rendimientos de maíz duro seco en invierno 2017. Recuperado el 5 de agosto de 2018, de <http://sipa.agricultura.gob.ec>
- Manrique, A. (2012). Cemento y concreto. *Revista Virtual Pro.*, 1(121), 3-4.
- Migongo, E. (2013). ¿Cómo obtener ventajas ecológicas y económicas simultáneamente?. Recuperado el 11 de Diciembre de 2017, de <http://www.unesco.org>
- Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Productividad. (2014). Localización, Producción y Residuos del cultivo de maíz duro. Recuperado el 11 de diciembre de 2017, de <https://repositorio.espe.edu.ec>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). Atlas Bioenergético del Ecuador Localización. Recuperado el 11 de Diciembre de 2017, de <http://www.energia.gob.ec>
- Moreno, R., y Cañizares, F. (2011). Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietileno tereftalato. Recuperado el 18 de enero de 2018, de bibdigital.epn.edu.ec
- Novoa, M., Becarra, L., y Vásquez, M. (2016). La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero. *Revista Avances: Investigación en Ingeniería*, 11(2), 1-10.

- NTE INEN: 638 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2014). Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales. Quito, Ecuador.
- NTE INEN: 639. (2014). Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción. Quito, Ecuador.
- NTE INEN: 640. (2014). Bloques huecos de hormigón. Determinación de la resistencia a compresión. Quito, Ecuador.
- NTE INEN: 643. (2014). Bloques huecos de hormigón. Requisitos. Quito, Ecuador.
- NTE INEN: 3066. (2016). Bloques de hormigón: Requisitos y métodos de ensayo. Quito, Ecuador.
- Olafusi, O., y Olutoge, A. (2012). Propiedades de resistencia del concreto mazorca de maíz. *Revista de Tendencias Emergentes en Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, 1(2), 290-297.
- Parnisari, O. (2014). El "ladrillo ecológico" como nuevo material para la construcción. Recuperado el 17 de enero de 2018, de <http://fido.palermo.edu>
- Perea, Y. (2012). Sistema constructivo y estructurales aplicados al desarrollo habitacional. Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <http://repository.udem.edu.co>
- Pinto, J., Briga, A., Bentes, I., y Paiva, A. (2016). Posibles aplicaciones de la mazorca de maíz como material de aislamiento crudo. Recuperado el 18 de agosto de 2018, de <https://www.intechopen.com>
- Pinto, J., Cruz, D., Paiva, A., Pereira, S., Tavares, P., Fernández, L., y Varum, H. (2012). Caracterización de mazorca de maíz como posible material de construcción en bruto. *Construcción y Materiales de construcción. Revista Construcción y Materiales de Construcción*, 34(1), 28-33.
- Poon, C., Kou, S., y Lam, L., (2002). Uso de agregados reciclados en ladrillos y bloques de concreto moldeado. *Revista Construcción y Materiales de Construcción*. 16 (5), pp. 281-289.
- Pozo, C. (2011). Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2017-2021). Edición aprobada por el Consejo Nacional de Planificación. Obtenido de <http://planificacion.gob.ec>
- Plúa, G. (2012). Análisis económico en proyectos de construcción sostenible (tesis de maestría). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.


- Prado, M., Anzaldo, J., Becerra, B., Palacios, H., Vargas, J., y Rentería, M. (2012). Caracterización de hojas de mazorcas de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Revista Madera y Bosque*, 18(3), 37-51.
- Quiroz, D., y Merchán, M. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Zea mays L.*). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador, 126.
- Reyes, C. 1985. Fitogenética básica y aplicada. Editorial A. G. T. Editor S. A. México, D.F. pp: 5
- Reyes, L; Camacho, T y Guevara, F. (2013). Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*. (7). 1-242.
- Rivera, G. (2010). Concreto simple. Recuperado el 24 de agosto de 2018, de <ftp://ftp.unicauca.edu.co>
- Rodrigues, J., Gervasio, M., Rodrigues, D., y Loss, A. (2015). Producción, descomposición de residuos y rendimiento de maíz y soja cultivados en cultivos de cobertura. *Revista Ciencia Agronómica*, 46(3), 450-456.
- Rozo, S., Sánchez, J., y Álvarez, D. (2014). Propiedades físico mecánicas de bloques h10 fabricados en el Área Metropolitana de Cúcuta. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24(1), 67-78.
- Ruiz, S. (2015). Rastrojos de cultivos y residuos forestales, Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la Región del Biobío. Recuperado el 20 de enero de 2018, de <http://biblioteca.inia.cl>
- Saldarriaga, F. (2017). Plan de negocio para la creación de un centro de acopio de cacao y maíz en el sitio La Victoria de la parroquia de Boyacá canton Chone provincia de Manabí (tesis pregrado). Universidad de las Américas (UDLA), Quito, Ecuador.
- Salinas, J. (2012). Ladrillos ecológicos. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://bibliotecadeamag.com>
- Sánchez, E., Ortega, M., Mendoza, G., Montañez, O., y Buntinx, S. (2012). Rastrojo de maíz tratado con úrea y metionina. Protegida en dietas para ovinos en crecimientos. *Revista Interciencia*, 37(5), 395-399.
- Sánchez, I. (2012). Maíz I (*Zea mays*). *Revista Reduca (Biología)*, 7(2), 151-171.
- Santacruz, W., y Velasteguí, E. (2018). Determinación de dosificación para elaborar bloques de hormigón que cumplan con la actual norma INEN 3066 (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Taladris, A., y Schewember, A. (2012). Cereales en las zonas centro y sur de Chile: ¿Que hacer con los rastrojos? *Revista Agronomía y Forestal U.C.*, 1(46), 24-28.

- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación) (2012). Educación para el desarrollo sostenible. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://unesdoc.unesco.org>
- Uribe, C. (2012). Materiales y prácticas de construcción sostenibles. Recuperado el 21 de agosto de 2018, de <https://repository.eafit.edu.co>
- Velázquez, G., Salinas, G., Potter, K., Gallardo, M., Caballero, H., y Díaz, P. (2002). Cantidad, Cobertura y Descomposición de residuos de maíz sobre el suelo. *Revista Terra Latinoamericana*, 20(2), 171-182.
- Vidal, I., y Troncoso, H. (2010). Quema y manejo de rastrojos en cultivos de la Precordillera de la VIII Región de Chile. *Revista Tecnología de suelos*. 1(1), 237-263.
- Yoda, K., y Shintani, A. (2014). Aplicación de concreto agregado reciclado para elementos estructurales de la parte superior de la tierra. *Revista Construcción y Materiales de construcción*, 40(67), 4-10.
- Zea, J., Osorio, M., y Bolaños, J. (2007). Uso del rastrojo de maíz como cobertura superficial y sus implicaciones en la economía del nitrógeno en el cultivo de maíz. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://www.mag.go.cr>
- Zhang, Y., Ghaly, A., y Bingxi, L. (2012). Propiedades físicas de los residuos de maíz. *Revista Americana de Bioquímica y Biotecnología*, 8(2), 44-53.

ANEXOS

ANEXO 1

MODELO DE ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PRODUCTORES DEL CULTIVO DE MAÍZ

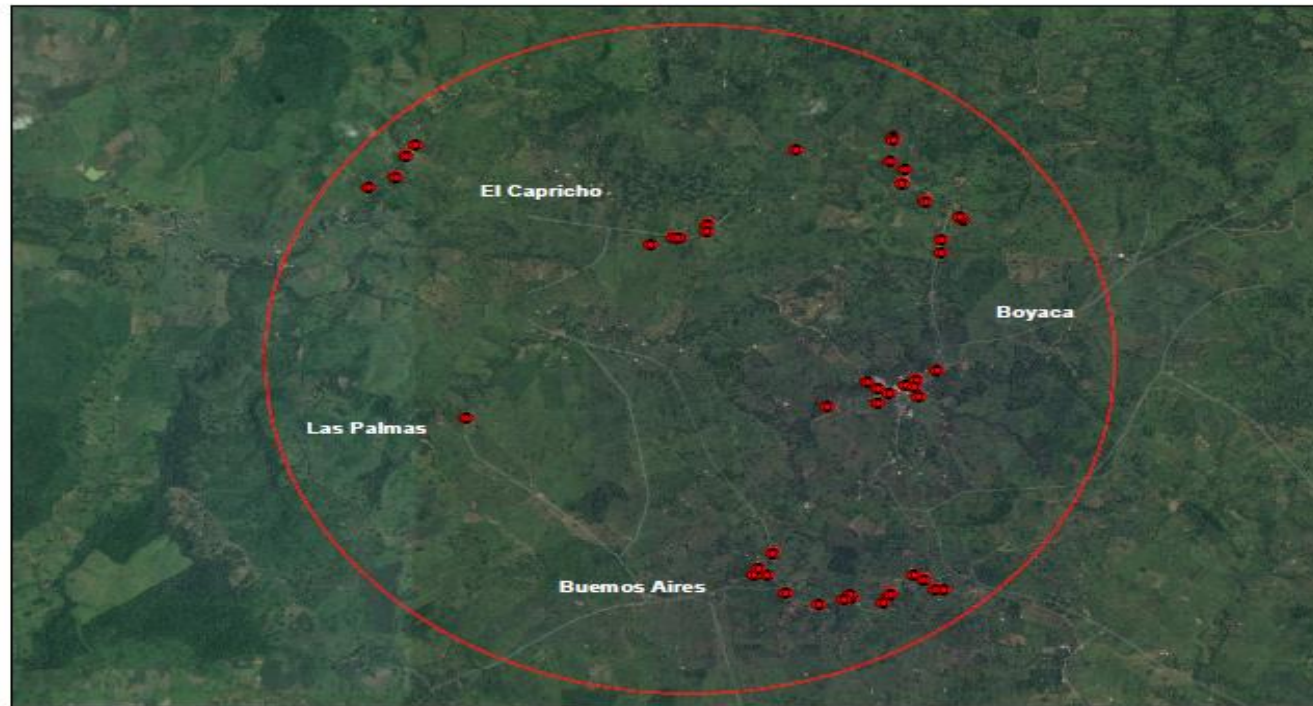
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ “MANUEL FÉLIX LÓPEZ”
TEMA: USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i>), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES, PARROQUIA BOYACÁ.	
OBJETIVO: ELABORAR BLOQUES UTILIZANDO RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ.	
GEOREFERENCIACIÓN COORDENADAS GEOGRAFICAS DEL CULTIVO:	
FECHA DE LA ENCUESTA:	
PREGUNTAS	
1. ¿Cuántas veces al año usted cultiva y cosecha el maíz (<i>Zea mays</i>)? a) Una vez al año () b) Dos veces al año () c) Tres veces al año () d) Otros (Especifique):	
2. ¿Siembra solo (monocultivo) o asociado con otros cultivos? a) Solo (monocultivo) () b) Asociados con otros cultivos ()	
3. ¿Cuál es la superficie total (Hectáreas, metros o cuabras) de siembra de cultivo de maíz? a) Una hectárea () b) Dos hectáreas () c) Tres hectáreas () d) Otros (Especifique):	
4. ¿Cuánto producen sus tierras? a) 100 a 500 quintales () b) 501 a 1000 quintales () c) 1001 a 1500 quintales () d) Otros (Especifique):	
5. ¿Cuáles son los meses de mayor cosecha del maíz para usted? a) Mayo () b) Junio () c) Julio () d) Otros (Especifique):	
6. Luego de la cosecha del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>), se obtienen ciertos residuos ¿Cuáles son? a) Tusas, tallos y hojas () b) Otros(Especifique):	
7. ¿Cuál es la cantidad de cada uno de estos residuos que se generan en cada cosecha? a) 100 a 300 quintales () b) 301 a 600 quintales () c) 601 a 900 quintales () d) Otros (Especifique):	
8. ¿Qué uso le da usted a estos residuos? a) Vende () b) Quema a cielo abierto () c) Abonos () d) Alimento para el ganado () e) Ensilaje ()	
9. ¿Le gustaría a Usted ser capacitado sobre buenas prácticas ambientales de uso de estos residuos? a) Si () b) No ()	

ANEXO 2


MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA ENCUESTADA

Ecuador-Manabí-Chone MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA ENCUESTADA Escala 1:500.000

MAPA N° 1



LEYENDA



ZONAS ENCUESTADAS

- El Capricho
- Boyaca
- Buenos Aires
- Las Palmas

MAPA DE UBICACIÓN



**Escuela superior politécnica
agropecuaria de Manabí
Manuel Félix López**

Uso de los residuos del cultivo del maíz
(Zea mays), como alternativa sostenible
para la elaboración de bloques,
Parroquia Boyacá



Kilómetros
0 3 6 12 18

PARÁMETROS DE REFERENCIA

Sistema de coordenadas: W.G.S. 1984 UTM ZONA 17S
Proyección: TRANSVERSE MERCATOR
Unidades: KILOMETROS

-Cartografía temática
-Levantamiento
topográfico

AUTORAS
Guadalupe Domínguez
Karina Loor

FUENTE
Sistema Nacional
de Información

Agosto, 2018

ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS



ANEXO 4

OBTENCIÓN DE LA TUSA, TALLO Y HOJA DE MAÍZ

Anexo 4-A. Residuos de tusas de maíz



Anexo 4-B. Residuos de tallos de maíz



Anexo 4-C. Residuos de hojas de maíz



ANEXO 5

TRITURACIÓN MECÁNICA

Anexo 5-A. Molino martillo.



Anexo 5-B. Máquina picadora.



Anexo 5-C. Trituración de las tusas de maíz.



Anexo 5-D. Trituración de los tallos y hojas de maíz.



Anexo 5-E. Tusas de maíz trituradas.



Anexo 5-F. Tallos y hojas de maíz trituradas.



ANEXO 6

ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES

Anexo 6-A. Dosificación de la arena y del granulado volcánico.



Anexo 6-B. Dosificación de tusas, tallos y hojas de maíz.



Anexo 6-C. Preparación de la mezcla con tusa, tallo y hojas de maíz.



Anexo 6-D. Máquina de hacer bloques.



Anexo 6-E. Colocación de la mezcla en el molde.



Anexo 6-F. Bloques moldeados.



Anexo 6-G. Curado de los bloques al medio ambiente.



Anexo 6-H. Bloques secos a los 7, 14, 21 y 28 días de su elaboración.



ANEXO 7

ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES

Anexo 7-A. Máquina de prueba de compresión.



Anexo 7-A. Ensayos de compresión de los bloques a los 7, 14, 12, y 28 días.



ANEXO 8

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO

Anexo 8-A. Resultados de ensayos de resistencia a compresión de bloques con el 25% de tusa, tallo y hojas de maíz a los 7, 14, 21 y 28 días.

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS									
INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN									
PROYECTO: USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACION DE BLOQUES									
PARROQUIA BOYACÁ									
UBICACIÓN: CANTON BOLIVAR PROVINCIA DE MANABI,									
TUTOR: ING , AMBIENTAL RICARDO DELGADO									
ESTUDIANTES: SRTA, DOMINGUEZ ARTEAGA SONIA GUADALUPE - SRTA, LOOR ZAMBRANO KARINA FABIOLA									
FECHA: OCTUBRE DEL 2018									
CILINDRO	DENOMINACION	FECHA DE FUNDICION	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA KN	CARGA Kgs	CARGA Kgs/Cm2	CARGA UNITARIA Mpa,	CARGA EN PORCENTAJE
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	72,3	7372	29	3	83
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	77	7852	31	3	88
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	88,9	9065	36	4	102
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	94,2	9606	38	4	108
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	95,4	9728	39	4	109
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	91,2	9300	37	4	104
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	93,1	9493	38	4	106
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	100,3	10228	41	4	115
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	99,6	10156	41	4	114
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	106,3	10839	43	4	121
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	101,8	10381	42	4	116
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 25% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	99,3	10126	41	4	113
OBSERVACIONES:		BLOQUE DE CEMENTO PORTLAND, MEZCLADO CON EL 25% DE TUSA, TALLO Y HOJAS DE MAIZ, DE 2, MPA, A LOS 28 DIAS DE CURADO							
ENSAYO									

ING, ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

Ing. Civil Orlando Mora
LABORANTISTA MEC. DE SUELO
Reg. Prof. N° 643


Anexo 8-B. Resultados de ensayos de resistencia a compresión de bloques con el 50% de tusas, tallos y hojas de maíz a los 7, 14, 21 y 28 días.

^LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS									
INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN									
PROYECTO: USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACION DE BLOQUES									
PARROQUIA BOYACÁ									
UBICACIÓN: CANTON BOLIVAR PROVINCIA DE MANABI,									
TUTOR: ING. AMBIENTAL RICARDO DELGADO									
ESTUDIANTES: SRTA, DOMINGUEZ ARTEAGA SONIA GUADALUPE - SRTA, LOOR ZAMBRANO KARINA FABIOLA									
FECHA: OCTUBRE DEL 2018									
CILINDRO	DENOMINACION	FECHA DE FUNDICION	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA KN	CARGA Kgs	CARGA Kgs/Cm2	CARGA UNITARIA Mpa,	CARGA EN PORCENTAJE
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	76,2	7770	31	3	87
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	62,2	6343	25	2	71
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	77,2	7872	31	3	88
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	76,4	7791	31	3	87
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	66,8	6812	27	3	76
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	81,4	8300	33	3	93
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	80,2	8178	33	3	92
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	79,3	8086	32	3	91
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	80,6	8219	33	3	92
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	80,8	8239	33	3	92
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	80,9	8249	33	3	92
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 50% de tusa.tallo y hojas de maiz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	89,9	9167	37	4	103
OBSERVACIONES:		BLOQUE DE CEMENTO PORTLAND, MEZCLADO CON EL 50% DE TUSA, TALLO Y HOJAS DE MAIZ, DE 2, MPA, A LOS 28 DIAS DE CURADO							
ENSAYO									

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

Ing. Civil Orlando Mora
LABORATORIO MEC. DE SUELO
Reg. Prof. Nº 643

Anexo 8-C. Resultados de ensayos de resistencia a compresión de bloques con el 75% de tusas, tallos y hojas de maíz a los 7, 14, 21 y 28 días.

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS									
INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN									
PROYECTO: USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACION DE BLOQUES									
PARROQUIA BOYACÁ									
UBICACIÓN: CANTON BOLIVAR PROVINCIA DE MANABI,									
TUTOR: ING , AMBIENTAL RICARDO DELGADO									
ESTUDIANTES: SRTA, DOMINGUEZ ARTEAGA SONIA GUADALUPE - SRTA, LOOR ZAMBRANO KARINA FABIOLA									
FECHA: OCTUBRE DEL 2018									
CILINDRO	DENOMINACION	FECHA DE FUNDICION	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA KN	CARGA Kgs	CARGA Kgs/Cm2	CARGA UNITARIA Mpa	CARGA EN PORCENTAJE
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	17,7	1805	7	1	20
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	22,7	2315	9	1	26
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	13/09/2018	7	21,1	2152	9	1	24
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	22,4	2284	9	1	26
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	21,3	2172	9	1	24
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	20/09/2018	14	25,3	2580	10	1	29
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	22,5	2294	9	1	26
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	26,1	2661	11	1	30
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	27/09/2018	21	22,5	2294	9	1	26
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	27	2753	11	1	31
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	27,4	2794	11	1	31
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm con el 75% de tusa.tallo y hojas de maíz, para mamposteria,	06/09/2018	04/10/2018	28	26,2	2672	11	1	30
OBSERVACIONES:		BLOQUE DE CEMENTO PORTLAND, MEZCLADO CON EL 75% DE TUSA, TALLO Y HOJAS DE MAIZ, DE 2, MPA, A LOS 28 DIAS DE CURADO							
ENSAYO									
 ING, ORLANDO MORA MOREIRA LAB. EN MECANICA DE SUELOS, Ing. Civil Orlando Mora LABORATORIO MEC. DE SUELO Req. Prof. Nº 643									

Anexo 8-C. Resultados de ensayos de resistencia a compresión de bloques tradicionales a los 7, 14, 21 y 28 días

^LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS									
INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN									
PROYECTO: USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS), COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA ELABORACION DE BLOQUES									
PARROQUIA BOYACÁ									
UBICACIÓN: CANTON BOLIVAR PROVINCIA DE MANABI,									
TUTOR: ING , AMBIENTAL RICARDO DELGADO									
ESTUDIANTES: SRTA, DOMINGUEZ ARTEAGA SONIA GUADALUPE - SRTA, LOOR ZAMBRANO KARINA FABIOLA									
FECHA: OCTUBRE DEL 2018									
CILINDRO	DENOMINACION	FECHA DE FUNDICION	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA KN	CARGA Kgs	CARGA Kgs/Cm2	CARGA UNITARIA Mpa,	CARGA EN PORCENTAJE
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	13/09/2018	7	100,5	10248	41	4	115
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	13/09/2018	7	63,5	6475	26	3	73
1	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	13/09/2018	7	99,9	10187	41	4	114
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	20/09/2018	14	93,6	9544	38	4	107
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	20/09/2018	14	76,5	7801	31	3	87
2	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	20/09/2018	14	69,7	7107	28	3	80
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	27/09/2018	21	120,2	12257	49	5	137
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	27/09/2018	21	107,0	10911	44	4	122
3	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	27/09/2018	21	125,0	12746	51	5	143
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	04/10/2018	28	129,3	13185	53	5	148
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	04/10/2018	28	127,0	12950	52	5	145
4	Pruebas de bloque tradicional de 40x10 cm para mampostería,	06/09/2018	04/10/2018	28	132,7	13531	54	5	152
OBSERVACIONES:		BLOQUE DE CEMENTO PORTLAND, DE 2 MPA, A LOS 28 DIAS DE CURADO							

ENSAYO



ING, ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

Ing. Civil Orlando Mora
LABORATORISTA MEC. DE SUELO
Reg. Prof. N° 643

ANEXO 9

NORMATIVA NTE INEN 3066 (2016)

NTE INEN 3066

2016-11

TABLA 5. Absorción máxima de agua en bloques Clase A

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (kg/m ³)
Liviano	< 1 680	288	320
Medio	1 680 a 2 000	240	272
Normal	> 2 000	208	240

Para el ensayo de absorción se requiere, por lote, una muestra compuesta por tres bloques enteros sin defectos.

En el Anexo D se describe el método de ensayo para determinar la absorción de agua de los bloques de hormigón.

5.4 Resistencia a la compresión simple

Al momento de su entrega, los bloques deben cumplir con las resistencias netas mínimas a la compresión simple, establecidas en la Tabla 6.

TABLA 6. Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4

* 1 MPa = 10,2 kg/cm²

En el Anexo E se describe el método de ensayo de la resistencia a la compresión simple.

5.5 Resistencia al fuego

Las mamposterías construidas con bloques Clase A y Clase B deben cumplir con la resistencia al fuego especificada en el diseño, de acuerdo con los requerimientos del proyecto, aplicando el método de ensayo en ASTM E119 y/o ACI 216.1.

6. MUESTREO

El fabricante y el comprador de común acuerdo definirán el lugar de muestreo de los bloques.

El plan de muestreo dependerá del acuerdo entre el fabricante y el comprador.

Planes secuenciales:

- por atributos NTE INEN-ISO 2859-1 y NTE INEN-ISO 8422, y
- por variables NTE INEN-ISO 3951-5 y NTE INEN-ISO 8423.

El número de bloques a ensayar debe ser el indicado en la Tabla 7, según la propiedad seleccionada.

TABLA 7. Número de bloques a ensayar según la propiedad seleccionada