

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Generalidades sobre la <i>Furcraea cabuya</i> (Fique cenizo)	1
1.1.1	Caracterización de la planta de fique	1
1.1.2	Producción	4
1.1.3	El problema ambiental	9
1.1.4	Aportes del subsector del fique al desarrollo sostenible	11
1.1.4.1	Efectos económicos	12
1.1.4.2	Efectos ambientales	13
1.2	Los aditivos en morteros y hormigones	13
1.2.1	Efectos de los aditivos en los morteros y hormigones de cemento Pórtland.	15
1.2.2	Aditivos oclusores de aire	15
1.2.3	Aditivos retardantes.	22
1.3	Investigaciones previas	23
1.3.1	Sinopsis general	23
1.3.2	Aditivos orgánicos	27
2	OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	31
3	EXPERIMENTAL	33
3.1	Materiales	33
3.1.1	Cemento Pórtland gris	33
3.1.2	Áridos finos.	33
3.1.3	Áridos gruesos	34
3.1.4	Agua	36
3.1.5	Extracto de <i>Furcraea cabuya</i> (Fique)	36
3.1.6	Extracto de <i>Agave americana</i>	36
3.1.7	Aditivo Superplastificante	41
3.1.8	Aditivo Aireante	42
3.1.9	Yeso	42
3.2	Procedimientos experimentales y equipos	43
3.2.1	Ensayos de caracterización Físico – Química	43
3.2.1.1	Determinación del extracto seco convencional	43
3.2.1.2	Pérdida por calcinación a $1050 \pm 25^\circ \text{C}$	44
3.2.1.3	Residuo insoluble en agua desionizada	46
3.2.1.4	Contenido de reductores (azúcares)	47
3.2.1.5	Contenido de halógenos totales	50
3.2.1.6	Conductividad	52

JUAN CARLOS OCHOA BOTERO

3.2.1.7	Peso específico	54
3.2.1.8	Determinación del pH	54
3.2.1.9	Termogravimetría y Análisis Térmico Diferencial	55
3.2.1.10	Microscopía electrónica de barrido	56
3.2.1.11	Espectroscopía Infrarroja	57
3.2.2	Ensayos en pastas de cemento	58
3.2.2.1	Consistencia normal y tiempos de fraguado	58
3.2.2.2	Viscosidad	61
3.2.3	Ensayos en pastas de yeso	63
3.2.3.1	Determinación de la relación agua/yeso (a/y). Método de la mesa de sacudidas	63
3.2.3.2	Tiempos de fraguado para pastas de yeso. Método del aparato de Vicat	65
3.2.3.3	Resistencia mecánica a flexotracción	67
3.2.3.4	Resistencia mecánica a compresión	68
3.2.4	Ensayos en morteros de cemento Pórtland	70
3.2.4.1	Tiempo de fraguado	70
3.2.4.2	Absorción capilar	72
3.2.4.3	Índice de consistencia por medio de la mesa de sacudidas	73
3.2.4.4	Contenido de aire ocluido. Método de presión	75
3.2.4.5	Resistencias mecánicas en morteros	77
3.2.5	Ensayos en hormigones	79
3.2.5.1	Trabajabilidad. Método del cono de Abrams	79
3.2.5.2	Contenido de aire ocluido. Método de Presión	81
3.2.5.3	Agua de exudación	83
3.2.5.4	Estructura de poros	85
3.2.5.4.1	Procedimiento por barrido	85
3.2.5.4.2	Procedimiento mediante análisis de imágenes	93
3.2.5.5	Resistencia a compresión del hormigón	104
3.2.5.6	Módulo de elasticidad en compresión del hormigón.	106
3.2.6	Ensayos de durabilidad	108
3.2.6.1	Ataque por sulfatos	108
3.2.6.2	Resistencia al hielo-deshielo	109
4	Resultados y Discusión	111
4.1	Caracterización Físico – Química	112

TABLA DE CONTENIDO

4.1.1	Determinación del extracto seco convencional _____	112
4.1.2	Determinación de la pérdida por calcinación a 1050 ± 25°C. _____	116
4.1.3	Determinación del pH _____	118
4.1.4	Análisis Termogravimétrico y Análisis Térmico Diferencial. _____	121
4.1.5	Determinación del contenido de halógenos totales _____	128
4.1.6	Conductividad _____	129
4.1.7	Determinación del contenido de reductores (azúcares) _____	131
4.1.8	Determinación del Peso Específico _____	133
4.1.9	Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). _____	134
4.1.10	Análisis Infrarrojo. _____	138
4.1.11	Conclusiones de la caracterización físico-química _____	139
4.2	Pastas de cemento Pórtland gris _____	140
4.2.1	Influencia del aditivo en la consistencia de la pasta _____	140
4.2.1.1	Estudio de consistencia por Aguja de Vicat _____	140
4.2.1.2	Estudio de viscosidad en pastas _____	142
4.2.1.2.1	Influencia de la relación a/c en pastas con el mismo porcentaje de aditivo _____	148
4.2.1.2.2	Influencia del porcentaje de aditivo en pastas con la misma relación a/c. _____	155
4.2.1.3	Conclusiones al estudio de consistencia y viscosidad. _____	160
4.2.2	Influencia del aditivo en los tiempos de fraguado _____	161
4.2.2.1	Estudio del tiempo fraguado por Aguja de Vicat _____	161
4.2.2.2	Estudio, por Análisis Termogravimétrico, de la influencia de los aditivos en las reacciones de hidratación del cemento. _____	163
4.2.2.2.1	Estudio en pastas con aditivo de la planta <i>Agave americana</i> _____	166
4.2.2.2.2	Estudio en pastas con aditivo de la planta <i>Furcraea cabuya</i> (fique cenizo) _____	177
4.2.2.3	Conclusiones sobre el estudio en tiempos de fraguado e hidratación de la pasta _____	183
4.3	Pastas de Yeso _____	185
4.3.1	Influencia del aditivo en la relación agua/yeso y en la consistencia de la pasta _____	187
4.3.2	Influencia del aditivo en los tiempos de fraguado del yeso _____	190
4.3.3	Influencia del aditivo en las resistencias mecánicas a flexo-tracción y compresión de las pastas de yeso _____	201
4.3.4	Conclusiones sobre pastas de yeso _____	206
4.4	Morteros de cemento Pórtland _____	207

JUAN CARLOS OCHOA BOTERO

4.4.1	Influencia del aditivo en la consistencia	207
4.4.2	Conclusiones sobre la influencia del aditivo en la consistencia	211
4.4.3	Influencia del aditivo en los tiempos de fraguado del mortero	211
4.4.4	Conclusiones sobre la influencia del aditivo en los tiempos de fraguado	214
4.4.5	Influencia del aditivo en la absorción capilar	214
4.4.5.1	Absorción capilar a los 7 días de curado	215
4.4.5.2	Absorción capilar a los 90 días de curado	217
4.4.6	Conclusiones de la influencia del aditivo en la absorción capilar	220
4.4.7	Influencia del aditivo en el contenido de aire ocluido	220
4.4.8	Conclusiones de la influencia del aditivo en el contenido de aire ocluido	223
4.4.9	Influencia del aditivo en las resistencias mecánicas	223
4.4.9.1	Resistencia mecánica a flexo-tracción	224
4.4.9.2	Resistencia mecánica a compresión	227
4.4.10	Conclusiones de la influencia del aditivo en las resistencias mecánicas de los morteros	231
4.5	Hormigones de cemento Pórtland	232
4.5.1	Estudio en el hormigón fresco	233
4.5.1.1	Influencia del aditivo en la trabajabilidad del hormigón	233
4.5.1.2	Influencia de los aditivos en la relación a/c y en la trabajabilidad	234
4.5.1.3	Influencia del aditivo en el porcentaje de aire ocluido del hormigón	239
4.5.1.4	Influencia del aditivo en el agua de exudación	242
4.5.1.5	Influencia del aditivo en función del tiempo de amasado	247
4.5.1.6	Conclusiones del estudio en hormigón fresco	249
4.5.2	Estudio en el hormigón endurecido	250
4.5.2.1	Influencia del aditivo en la estructura de poros del hormigón endurecido	250
4.5.2.2	Influencia de licor de <i>Agave americana</i> en la estructura de poros	251
4.5.2.3	Influencia de licor de la <i>Furcraea Cabuya</i> (fique cenizo), en la estructura de poros	259
4.5.2.4	Influencia del aditivo en las resistencias mecánicas	265
4.5.2.4.1	Resistencia a compresión	265
4.5.2.4.2	<i>Agave americana</i>	265
4.5.2.4.3	<i>Furcraea cabuya</i> (fique cenizo). Variación del porcentaje de aditivo para hormigones con igual asentamiento	268

TABLA DE CONTENIDO

4.5.2.4.4	<i>Furcraea cabuya</i> (fique cenizo). Efecto de la relación a/c sobre la resistencia de los hormigones _____	269
4.5.2.4.5	<i>Furcraea cabuya</i> (fique cenizo). Influencia del tipo de cemento sobre la resistencia a compresión. _____	274
4.5.2.4.6	<i>Furcraea cabuya</i> (fique cenizo). Influencia del tiempo de amasado _____	276
4.5.2.4.7	Módulo de elasticidad _____	277
4.5.3	Conclusiones del estudio en hormigones endurecidos _____	280
4.6	Estudios de durabilidad _____	281
4.6.1	Influencia del aditivo en morteros expuestos a una solución de sulfatos _____	282
4.6.1.1	Estudio de la masa en morteros con aditivo _____	286
4.6.1.2	Estudio del cambio de longitud de los morteros con aditivo _____	289
4.6.2	Influencia del aditivo en la resistencia al efecto hielo-deshielo _____	291
4.6.3	Conclusiones de los estudios de durabilidad _____	294
5	CONCLUSIONES _____	295
6	ANEXOS _____	301
7	REFERENCIAS _____	303

