



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NÚCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
TRUJILLO ESTADO TRUJILLO

DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y
CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS EN MUESTRAS DE MATERIAS
PRIMAS Y PRODUCTOS ELABORADOS POR INDUSTRIAS DEL MAÍZ,
C.A (INDELMA)

Tutor Académico

Prof. Ing. Miguel Manzanilla

Asesor Académico

Prof. Ing. Ciprian Delgado

Realizado por:

Jesús Alberto Castellanos Ríos

Trujillo, Septiembre de 2010



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NÚCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
TRUJILLO ESTADO TRUJILLO

**DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y
CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS EN MUESTRAS DE MATERIAS
PRIMAS Y PRODUCTOS ELABORADOS POR INDUSTRIAS DEL MAÍZ,
C.A (INDELMA)**

Propuesta de tesis a la ilustre Universidad de los Andes, Núcleo
Universitario “Rafael Rangel” como requisito parcial optar al título de
INGENIERO AGRICOLA

Tutor Académico

Prof. Ing. Miguel Manzanilla

Asesor Académico

Prof. Ing. Ciprian Delgado

Realizado por:

Jesús Alberto Castellanos Ríos

Trujillo, Septiembre de 2010

DEDICATORIA

Existen una infinidad de necesidades para los seres humanos, no obstante en la actualidad se le añade mucha importancia a la de adquirir conocimientos seculares y así aumentar sus posibilidades para obtener una vida algo más cómoda. Más bien, la importancia del “conocimiento” está en las ganas de querer hacer las cosas cada vez hacer mejor y estar en el proceso continuo de cambios para lograr tener éxito en cualquier papel que nos toque hacer en esta vida y esforzarnos en todo lo que hagamos para bien. Sin embargo para poder cumplir con cual meta necesitamos de apoyo económico, emocional y espiritual. En mi caso en particular conté con un sin número de personas, las cuales me brindaron toda su apoyo y confianza durante mi período vivido como Estudiante Universitario. A todas estas Quiero dedicar esta meta lograda.

A JEHOVÁ Dios, quien me escucha desde el cielo y es mi padre y en el que confié a ciegas.

A mi Padre: Ángel Castellanos. Quien ha sido y será siempre ejemplo para mí y para mis hermanos. Siempre me has apoyado en los Buenos momentos y en los momentos más difíciles. Gran parte de este triunfo te lo debo a ti padre, Gracias.

A mi Madre, Berta Ríos, madre ejemplar, quien me ha brindado siempre un inmenso amor que no se puede comparar con ninguno. Sé que has esperado este momento con anhelo. Te dedico esta meta y todas aquellas que aún me faltan por lograr. **Te Amo Madre.**

A ti Adriana Cuellar, Esposa, Compañera, amiga. Gracias por llegar a mí y apoyarme, ayudarme tantas cosas. Sé que estás tan emocionada como yo de este logro. Gracias por ser siempre positiva y darme ese apoyo incondicional. Me siento muy feliz y orgulloso de tenerte a mi lado. Siempre estaré contigo, **Te Amo Gorda.**

A mis Amigos, Lorena Peña, Mariana Ruzza, Marvely Torres, Jorge Cardozo, Jorge Suarez, Ciprian Delgado, Los Monayeros, Jesús Briceño, entre muchos... Quienes han demostrado ser unos verdaderos amigos, disculpen pero se me olvidaron algunos nombres que aunque no estén escritos siempre será un placer conversar con ustedes. Sé que a la mayoría pase, pero espero que pronto puedan lograr esta meta tan especial y significativa como es el realizarse como ingenieros.

A toda mi familia, y demás personas que de una u otra forma estuvieron conmigo en este trayecto de mi vida y que contribuyeron con el logro de esta meta.

Gracias a mi gente de Alfonzo Rivas & Cia, especialmente a María Isabel Rodríguez, José Soto y Nelly Sánchez. Por brindarme la ayuda e instrucción necesaria en el desarrollo de este trabajo de grado, así como también por haberme dado la oportunidad de desempeñarme en el campo laboral.

MUCHAS GRACIAS, se les quiere Jesús Castellanos

AGRADECIMIENTOS

Al omnipotente y todopoderoso JEHOVÁ DIOS, fuente de luz y sabiduría y esperanza quien con su infinita misericordia, me ilumino el camino para alcanzar esta gran meta.

A la **Universidad de los Andes**, núcleo Universitario “Rafael Rangel” por haber sido la institución donde recibí muchos de mis conocimientos en el área personal y profesional.

Al **Ingeniero Magister Miguel Manzanilla**, por su apoyo incondicional, aporte académico; por aclarar todas mis dudas y guiarme en el desarrollo de este trabajo. Gracias por su paciencia y estímulo. Me ayudo a sacar lo mejor de mí.

Al **Ingeniero Magister Ciprian Delgado**, por su paciencia, aporte académico; ayudarme en la guía práctica para la solución de mis dudas y por el gran apoyo que me brindo.

A los profesores del área de procesamiento, gracias por guiarme en mi formación académica y profesional.

A la biblioteca “Aquiles Nazoa” y su personal, a todo su personal por ser fuente de conocimiento y sabiduría. Le estoy profundamente agradecido.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NÚCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
TRUJILLO ESTADO TRUJILLO

**DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y
CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS EN MUESTRAS DE MATERIAS
PRIMAS Y PRODUCTOS ELABORADOS POR INDUSTRIAS DEL MAÍZ, C.A
(INDELMA)**

RESUMEN

Durante el periodo de pasantías en esta empresa, se trabajó en el área de control de calidad específicamente en el área de laboratorio industrial donde se analizaron las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas de los almidones regulares de maíz y los productos de nutrición animal como la fibra de maíz (concentrin 21), gluten de maíz (concentrin 60) y el germen de maíz (nutricon). Debido a la gran importancia que tiene el maíz durante su procesamiento es primordial el garantizar que el mismo presente una serie de variables fisicoquímicas que permitan la obtención de productos con una excelente calidad, así como también proteja lo garantice el crecimiento de microorganismos. Es por lo tanto que el objetivo principal de este trabajo es la determinación de las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas en muestras representativas de: almidón regular de maíz, germen (nutricon), gluten (concentrin 60) y fibra (concentrin 21) que se elaboran en las Industrias del Maíz c.a. (INDELMA). El tipo de diseño para este trabajo de investigación está ubicada dentro de una metodología de tipo: Descriptiva – Experimental, debido a que apoya en la determinación de ciertas variables para conocer sus valores y sus métodos de análisis, donde se procedió a recolectar muestras de producto terminado para luego realizarles los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, para observar sus resultados y comprobar si están aptos para la venta. Se analizaron un total de 48 muestras divididas en: donde 30 muestras de almidón regular de maíz, 6 muestras de la fibra de maíz (concentrin 21), 6 muestras de gluten de maíz (concentrin 60) y 6 muestras de germen de maíz (nutricon). Todos los lotes de almidón regular de maíz y los productos de nutrición animal analizados presentaron en sus propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas, estar dentro de los valores recomendados por las normas de calidad de la empresa para este tipo de materia prima; sin embargo, los únicos valores que se pueden resaltar son los lotes GW04, GT01, GT06 de almidón regular de maíz en el análisis de la determinación de dióxido de azufre que presentaron valores de 48,00 ppm considerándose relativamente altos, siendo el máximo 50 ppm. Así como también el porcentaje de humedad del nutricon en los lotes GT02, GT06 con sus respectivos valores 4,89%; 4,80% son relativamente altos, siendo el máximo 5%

INDICE DE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	6
CAPITULO I	19
1. INTRODUCCION	19
CAPITULO II	23
2. MARCO TEORICO	23
2.1 Antecedentes de la investigación	23
2.2 Bases Teóricas	26
2.2.a Maíz	26
2.3 Clasificación del maíz	27
2.3.a Clasificación taxonómica	27
2.3.b Clasificación comercial	28
2.3.b.1 Maíz blanco	28
2.3.b.2 Maíz amarillo	28
2.3.b.3 Maíz mezclado	29
2.3.b.4 Maíz pinto	29
2.3.c Clasificación por su estructura	29
2.3.c.1 Maíz dentado (Zea mays indentata)	29
2.3.c.2 Maíz cristalino (Zea mays indurata)	29
2.3.c.3 Maíz harinoso (Zea mays amilaceo)	30
2.3.c.4 Maíz dulce (Zea mays saccharata)	30
2.3.c.5 Maíz palomero o pop corn (Zea mays everta)	30
2.3.c.6 Maíz tunicado (Zea mays tunicata)	30
2.3.d Maíz de clasificación especial	31
2.3.d.1 Maíz céreo (waxi) (Zea mays cerea)	31
2.3.d.2 Maíz de alta amilosa (amylomaíz)	31
2.3.d.3 Maíz de alta lisina	32
2.3.d.4 Maíz de alto contenido de aceite	32
2.4 Estructura del grano	32

2.4.a Pericarpio	33
2.4.b Aleurona	33
2.4.c Endospermo	33
2.4.d Escutelo o cotiledón	33
2.4.e Embrión o germen	33
2.4.f Coleorriza o piloriza	33
2.5 Composición química de las partes del grano.	34
2.5.a La cubierta seminal o pericarpio	34
2.5.b El germen	34
2.5.b La capa de aleurona	34
2.5.c El gluten	35
2.5.d El endospermo	35
2.5.e Almidón	35
2.5.e.1 La amilosa	35
2.5.e.2 La amilopectina	36
2.6 Propiedades Fisicoquímicas	37
2.6.a Las proteínas	37
2.6.b Los lípidos	37
2.6.c La ceniza	37
2.6.d Contenido de Humedad	38
2.6.e El pH	38
2.6.f El dióxido de azufre	39
2.7 Microbiología en los cereales	39
2.7.a Bacterias Aerobias Mesófilas	39
2.7.b Coliformes	39
2.7.b.1 Escherichia coli	40
2.7.c Salmonella	40
2.7.d Levaduras	41
2.7.e Hongos	42
2.7.e.1 Hongos en los alimentos	42
2.7.e.2 Aflatoxinas	43
2.8 Proceso de molienda húmeda de maíz	44
2.8.a Limpieza	44

2.8.b Maceración	44
2.8.c Primera molienda (Separación del germen)	45
2.8.d Segunda Molienda	45
2.8.e Separación del gluten del almidón	45
2.9 Usos de la Materia Prima	47
2.10 Aprovechamiento de los subproductos del maíz	48
CAPITULO III	51
3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN LAS MUESTRAS DE MATERIA PRIMA	51
3.1 Toma de muestras	51
3.2 Características fisicoquímicas	52
3.2.a Humedad	53
3.2.a.1 Principio del análisis	53
3.2.a.2 Materiales	53
3.2.a.3 Equipos	53
3.2.a.4 Técnica	53
3.2.b pH	55
3.2.b.1 Principio del análisis	55
3.2.b.2 Materiales	55
3.2.b.3 Reactivos	55
3.2.b.4 Equipos	55
3.2.b.5 Técnica	56
3.2.c Residuo no soluble (NSR)	56
3.2.c.1 Materiales	56
3.2.c.2 Técnica	56
3.2.d Dióxido de azufre	57
3.2.d.1 Principios del análisis	57
3.2.d.2 Materiales	57
3.2.d.3 Reactivos	57
3.2.d.3 Técnica	58
3.2.e Proteínas	58
3.2.e.1 Principio del análisis	58

3.2.e.2 Materiales	59
3.2.e.3 Reactivos	59
3.2.e.4 Equipos	59
3.2.e.5 Técnica	60
3.2.f Grasas	61
3.2.f.1 Principios del análisis	61
3.2.f.2 Materiales	61
3.2.f.3 Reactivos	62
3.2.f.4 Equipo	62
3.2.f.5 Técnica	62
3.2.g Cenizas	63
3.2.g.1 Principios del análisis	63
3.2.g.2 Materiales	63
3.2.g.3 Equipo	63
3.2.g.4 Técnica	64
3.2.h Pasante malla	64
3.2.h.1 Materiales	64
3.2.h.2 Equipos	64
3.2.h.3 Técnica	65
3.3 Características microbiológicas	65
3.2.a Bacterias Aeróbicas Mesófilas	65
3.2.a.1 Materiales	66
3.2.a.2 Reactivos	66
3.2.a.3 Equipos	66
3.2.a.4 Técnica	67
3.2.b Coliformes Totales y Coliformes Fecales	68
3.2.b.1 Materiales	69
3.2.b.2 Reactivos	69
3.2.b.3 Equipos	70
3.2.b.4 Técnica	72
3.2.c Hongos y Levaduras	72
3.2.c.1 Materiales	72
3.2.c.2 Reactivos	72

3.2.c.3 Equipos	72
3.2.c.4 Técnica	73
3.2.d Salmonellas.	74
3.2.d.1 Materiales	75
3.2.d.2 Reactivos	75
3.2.d.3 Equipos	76
3.2.d.4 Técnica	77
3.2.e Aflatoxinas por el método de Elisa	77
3.2.e.1 Materiales	78
3.2.e.2 Reactivos	78
3.2.e.3 Equipos	78
3.2.e.4 Técnica	79
CAPITULO IV	80
4. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	80
4.1 Resultados de las propiedades físico-químicas	80
4.1.a Almidones regulares de maíz	80
4.1.b Nutrición animal	88
4.1.b.1 Concentrin 21	88
4.1.b.2 Concentrin 60	89
4.1.b.3 Nutricon	91
4.2 Resultados de las características microbiológicas	93
4.2.a Almidones regulares de maíz	93
4.2.b Nutrición animal	98
4.2.b.1 Concentrin 21	98
4.2.b.2 Concentrin 60	99
4.2.b.3 Nutricon	100
CAPITULO V	102
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	102
5.1 Especificaciones	102
5.1.a Almidón Regular de maíz	102
5.1.a.1 Características Físico-Químicas	102
5.1.a.2 Características Microbiológicas	106

5.1.b Alimentación animal	108
5.1.b.1 Especificaciones para Concentrin 21	108
5.1.b.1.a Características Físico-Químicas	109
5.1.b.1.b Características Microbiológicas	110
5.1.b.2 Especificaciones para Concentrin 60	111
5.1.b.2.a Características Físico-Químicas	111
5.1.b.2.b Características Microbiológicas	113
5.1.b.3 Especificaciones para Nutricon	114
5.1.b.3.a Características Físico-Químicas	114
5.1.b.3.b Características Microbiológicas	116
CAPITULO VI	118
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFÍA	121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Contenido de amilosa y amilopectina en los almidones.	36
Tabla 2	Criterios para el residuo no soluble	57
Tabla 3	Criterios para contar placas de Bacterias Aeróbicas Mesófilas	67
Tabla 4	Número Más Probable en Coliformes totales	71
Tabla 5	Criterios para Contar Placas de Hongos y Levaduras.	74
Tabla 6	Resultados de los lotes GW01, GW02, GW03. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	80
Tabla 7	Resultados de los lotes GW04, GW05, GW06. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	81
Tabla 8	Resultados de los lotes GW07, GW08, GW09. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	81
Tabla 9	Resultados de los lotes GW10, GW11, GW12. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	82
Tabla 10	Resultados de los lotes GA01, GW02, GW03. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	82
Tabla 11	Resultados de los lotes GA04, GW05, GW06. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	82
Tabla 12	Resultados de los lotes GA07, GW08, GW09. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	83
Tabla 13	Resultados de los lotes GA10, GW11, GW12. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	83
Tabla 14	Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	84
Tabla 15	Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del almidón regular del maíz	84
Tabla 16	Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del concentrin 21	88
Tabla 17	Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del concentrin 21	88
Tabla 18	Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a	89

las propiedades fisicoquímicas del concentrin 60	
Tabla 19 Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del concentrin 60	90
Tabla 20 Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del nutricon	91
Tabla 21 Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas del nutricon	91
Tabla 22 Resultados de los lotes GW01, GW02, GW03. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	93
Tabla 23 Resultados de los lotes GW04, GW05, GW06. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	94
Tabla 24 Resultados de los lotes GW07, GW08, GW09. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	94
Tabla 25 Resultados de los lotes GW10, GW11, GW12. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	94
Tabla 26 Resultados de los lotes GA01, GA02, GA03. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	95
Tabla 27 Resultados de los lotes GA04, GA05, GA06. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	95
Tabla 28 Resultados de los lotes GA07, GA08, GA09. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	95
Tabla 29 Resultados de los lotes GA10, GA11, GA12. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	96
Tabla 30 Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	96
Tabla 31 Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a las características microbiológicas del almidón regular del maíz	96
Tabla 32 Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a los niveles de Aflatoxina en el concentrin 21	98
Tabla 33 Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a los niveles de Aflatoxina en el concentrin 21	98
Tabla 34 Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a los niveles de Aflatoxina en el concentrin 60	99

Tabla 35 Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a los niveles de Aflatoxina en el concentrin 60	99
Tabla 36 Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03. Con respecto a los niveles de Aflatoxina en el nutricon	100
Tabla 37 Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06. Con respecto a los niveles de Aflatoxina en el nutricon	100
Tabla 38 Especificaciones de las propiedades fisicoquímicas para el almidón regular de maíz.	102
Tabla 39 Especificaciones de las características microbiológicas para el almidón regular de maíz.	106
Tabla 40 Especificaciones de las propiedades fisicoquímicas para el concentrin 21	109
Tabla 41 Especificaciones del nivel de Aflatoxina para el concentrin 21	110
Tabla 42 Especificaciones de las propiedades fisicoquímicas para el concentrin 60	111
Tabla 43 Especificaciones del nivel de Aflatoxina para el concentrin 60	113
Tabla 44 Especificaciones de las propiedades fisicoquímicas para el nutricon	114
Tabla 45 Especificaciones del nivel de Aflatoxina para el nutricon	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del grano de maíz.	31
Figura 2. Composición química de las partes del grano de maíz.	32
Figura 3. Flujograma del proceso de molienda húmeda del maíz	44
Figura 4. Diagrama del proceso de molienda húmeda de maíz.	45
Figura 5. Usos potenciales de la fibra. (Austin 1997, Hosney Carl 1991)	46
Figura 6. Usos potenciales del germen. (Austin 1997, Hosney Carl 1991)	47
Figura 7. Usos potenciales del gluten. (Austin 1997 Hosney Carl 1991)	47
Figura 8. Usos potenciales del almidón. (Austin 1997, Hosney Carl 1991)	48

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Porcentaje de Humedad en el Almidón regular de maíz	85
Grafico 2. Nivel de pH en el Almidón regular de maíz	85
Grafico 3. Porcentaje de Dióxido de Azufre en el Almidón regular de maíz	86
Grafico 4. Porcentaje de Pasante malla en el Almidón regular de maíz	86
Grafico 5. Porcentaje de Proteínas en el Almidón regular de maíz	87
Grafico 6. Porcentaje de Cenizas en el Almidón regular de maíz	87
Grafico 7. Porcentaje de Humedad en el Concentrin 21	89
Grafico 8. Porcentaje de Proteínas en el Concentrin 21	89
Grafico 9. Porcentaje de Humedad en el Concentrin 60	90
Grafico 10. Porcentaje de Proteínas en el Concentrin 60	91
Grafico 11. Porcentaje de Humedad en el Nutricon	92
Grafico 12. Porcentaje de Proteínas en el Nutricon	92
Grafico 13. Porcentaje de Grasa en el Nutricon	93
Grafico 14. Aerobios mesófilos en el Almidón regular de maíz	97
Grafico 15. Hongos y levaduras en el Almidón regular de maíz	98
Grafico 16. Partes por billón de Aflatoxinas en el Concentrin 21	99
Grafico 17. Partes por billón de Aflatoxinas en el Concentrin 60	100
Grafico 18. Partes por billón de Aflatoxinas en el Nutricon	101
Grafico 19. Especificaciones en el Porcentaje de Humedad para el Almidón regular de maíz	103
Grafico 20. Especificaciones en el Nivel de pH para el Almidón regular de maíz	104
Grafico 21. Especificaciones en el Porcentaje de Proteína para el Almidón regular de maíz	104
Grafico 22. Especificaciones en el Porcentaje de Dióxido de azufre para el Almidón regular de maíz	105
Grafico 23. Especificaciones en el Porcentaje de Pasante malla para el Almidón regular de maíz	105
Grafico 24. Especificaciones en el Porcentaje de Cenizas para el Almidón regular de maíz	106

Almidón regular de maíz	
Grafico 25. Especificaciones de Aerobios mesófilos presentes en el	107
Almidón regular de maíz	
Grafico 26. Especificaciones de Hongos y levaduras presentes en el	108
Almidón regular de maíz	
Grafico 27. Especificaciones en el Porcentaje de Humedad para el	109
Concentrin 21	
Grafico 28. Especificaciones en el Porcentaje de Proteínas para el	110
Concentrin 21	
Grafico 29. Especificaciones de los niveles Aflatoxina presentes en el	111
Concentrin 21	
Grafico 30. Especificaciones en el Porcentaje de Humedad para el	112
Concentrin 60	
Grafico 31. Especificaciones en el Porcentaje de Proteínas para el	112
Concentrin 60	
Grafico 32. Especificaciones de los niveles Aflatoxina presentes en el	113
Concentrin 60	
Grafico 33. Especificaciones en el Porcentaje de Humedad para el	114
Nutricon	
Grafico 34. Especificaciones en el Porcentaje de Proteínas para el	115
Nutricon	
Grafico 35. Especificaciones en el Porcentaje de Grasa para el Nutricon	115
Grafico 36. Especificaciones de los niveles Aflatoxina presentes en el	116
Nutricon	

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. La ingesta es relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas.

En este sentido, el maíz es hoy por hoy el cereal más significativo después del trigo en los intercambios mundiales; siendo una de las principales fuentes para la alimentación humana directa como alimento e indirecta porque a través de su industrialización se obtienen importantes subproductos como: aceite comestible, bebidas alcohólicas, papel, edulcorantes alimenticios, pegamentos, cosméticos, jabones, plásticos e incluso las nuevas tecnologías lo están empleando como combustible alternativo para la gasolina. Hosoney Carl (1991)

A pesar de la gran importancia que tiene el maíz, hay que destacar que durante su procesamiento se debe asegurar que el mismo presente una serie de variables fisicoquímicas que permitan la obtención de productos con una excelente calidad, así como también proteja lo garantice el crecimiento de microorganismos.

Entre las principales variables fisicoquímicas a estudiar están humedad, la presente variable es de fundamental importancia en la industria del maíz para su procesamiento y en su conservación. Así mismo están las proteínas, que en el maíz presentan valores altos y los mismos constituyen el valor energético del alimento. Además la presente investigación se determina el porcentaje de dióxido de azufre, que es utilizado como inhibidor del crecimiento de microorganismo y ayuda a suavizar el maíz etapa de maceración durante el proceso de molienda. De igual forma se determina el pH, para la identificación del grado de alcalinidad o acidez presente en el proceso. Federico K (1968); Barrios; Moreno B y demás (1983).

Concerniente a los microorganismos que se pueden presentar durante el procesamiento del maíz, tenemos a las *Bacterias Aerobias Mesófilas*, que en la industria de alimentos se utiliza este análisis para reflejar la calidad sanitaria e higiénica en la elaboración del alimento. Además están los *Coliformes*, siendo perjudicial en los alimentos debió a que su presencia se considera como signo de contaminación fecal, provocando infecciones diarreicas y algunas veces infecciones del tracto urogenital. Igualmente se ubican las salmonellas, siendo todas las especies de cepas de

Salmonellas patógenas para el hombre, al desarrollarse en los alimentos provoca intoxicaciones alimentarias como gastroenteritis, fiebre tifoidea y el síndrome paratifoideo. Así mismo se hallan las levaduras, en la industria de alimentos se utiliza en la fermentación para la cervecería, panificación y para la obtención del alcohol etílico a partir de hidratos de carbonos. También se encuentran los hongos, muy utilizados en la industria de alimentos en la producción de antibióticos y en la fermentación para producir ácidos.

Sin embargo existen una gran cantidad de mohos toxigénicos que bajo condiciones especiales son capaces de producir toxinas. Para el maíz, la toxina que más estudiada ha sido la *Aflatoxina*. Frazier W (1976); Jay J (1978); Moreno B y demás (1983).

De acuerdo con lo anteriormente planteado, la presente investigación tiene como objetivo general: Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en muestras representativas de: almidón de maíz regular, germen (nutricon), gluten (concentrin 60) y fibra (concentrin 21). Precisamente, para el cumplimiento de este objetivo se realizaron los análisis pertinentes para garantizar que el producto presente las condiciones de calidad, que establecen las normativas internas de la empresa (certificado de calidad) y con la misma el producto pueda ser vendido. Si se llegase a presentar, que alguna de las variables fisicoquímico y microbiológica estuvieran fuera de orden, el producto sería rechazado por la empresa para su venta.

A los fines de organizar toda la información obtenida del presente trabajo, se estructuro la información de acuerdo a su contenido y al avance de la investigación, distribuyendo de la siguiente manera.

En el Capítulo 2; constituido por el Marco teórico, donde se presentan las referencias teóricas que sustentan la investigación, mediante un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones, el cual incluye los antecedentes de estudios realizados previamente y que sirven para esclarecer la fundamentación teórica establecida por este trabajo de grado.

Asimismo el Capítulo 3 está fundamentado, en la Determinación de las propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas en las muestras de materia prima, donde se estudian los métodos y técnicas que se emplean para la determinación de ciertas características tanto físicas, químicas y microbiológicas,

también se examinara la forma de cómo se toman las muestras en las industrias del maíz (INDELMA).

De igual forma en el Capítulo 4, se presentan los Resultados de las propiedades físico-químicas y las características microbiológicas, se presentaron los resultados de las características tanto físicas, químicas y microbiológicas de las muestras de almidones regulares de maíz y de nutrición animal. Como también, se sustentara la información con gráficos para un mejor entendimiento de las variables analizadas.

De la misma manera el Capítulo 5, está consentido por los Análisis de resultados, donde está referido a la presentación y análisis de los resultados estadísticos obtenidos durante la recolección de los datos aportados por las muestras de estudio.

Finalmente en el Capítulo 6, se encuentran las Conclusiones y Recomendaciones, en esta fase se presentan los puntos relevantes y el conjunto de ideas que enriquecen al trabajo y se anexa la bibliografía utilizada en el desarrollo de la investigación.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

En este capítulo se presentan las referencias teóricas que sustentan la investigación, mediante un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones, el cual incluye los antecedentes de estudios realizados previamente y que sirven para esclarecer la fundamentación teórica establecida por este trabajo de grado.

2.1 Antecedentes de la investigación

El estudio de los antecedentes conforman una gran ayuda debido a las orientaciones teóricas y metodológicas que puedan aportar para el abordaje del tema, en este caso fueron considerados los siguientes:

Alvis Armand y otros (2008). Realizaron un estudio titulado **Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas**. Para la revista información tecnológica volumen 19 del año 2008 páginas 19 a 28, el objetivo principal del trabajo fue evaluar las características fisicoquímicas y la morfología de los almidones nativos de ñame, yuca y papa; adicionalmente se determinaron la viscosidades para conocer las diferentes características de los almidones obtenidos en función de los requerimientos para el procesamiento de alimentos en la alimentación humana y animal. Previo a las determinaciones, las muestras fueron secadas hasta peso constante. El contenido de cenizas y amilosa, la temperatura de gelatinización y la viscosidad fue inferior en yuca; la grasa mostró diferencias entre yuca y papa; el índice de absorción de agua en ñame, papa y yuca, mostró diferencias significativas. En el índice de solubilidad en agua no se apreciaron diferencias significativas entre ñame y papa. La facilidad de cocción fue similar en ñame y papa; el incremento en la viscosidad de la pasta fue mayor en ñame y papa. Igualmente, se observaron diferencias en la forma y tamaño del gránulo. Estos cambios en las propiedades, la viscosidad y la morfología, pueden influir en la fabricación y producción de productos alimentarios y no alimentarios derivados de estos almidones. Los resultados fueron: El contenido de *humedad* en los cuatro almidones de ñame fue entre 8,66 a 10,22 %, entre 7,80 a 8,47 % en las tres variedades de yuca y 8,50 % en la variedad de papa. En los almidones nativos de yuca y papa no se observa ninguna diferencia significativa en el *contenido de fibra* (0,05 % en yuca y 0,05 % en papa) y en los almidones de ñame sí hay diferencia en el contenido de fibra. Los resultados muestran diferencias significativas importantes en el

contenido de ceniza entre los almidones de ñame y papa con respecto a los de yuca que fueron más bajos (entre 0,11 y 0,16 %). En ñame, la variedad Pico de Botella presentó la mayor cantidad de cenizas, 0,69 %, seguido del Ecuatoriano con 0,45 %. La papa ICA-Nariño mostró un contenido de 0,44 % y este valor está por encima de los valores encontrados para los almidones de ñame Bolañero con 0,39 % y Diamante 22 con 0,36 %. *La proteína* presente en el almidón nativo de yuca y papa no presenta diferencias, encontrándose contenidos entre 0,60 a 0,62 %; estos resultados son similares a los de otra investigación, donde se reportan contenidos de proteína de 0,59 y 0,61 % para almidones de yuca y papa, respectivamente, entre los almidones de ñame se presentaron diferencias, variando sus contenidos entre 0,10 a 0,49.

El estudio se considera como antecedente porque se refieren a la comparación de los diferentes almidones junto con su utilización, que en gran parte depende del tipo de aplicación que se desee desarrollar. Si se quieren desarrollar sopas o alimentos líquidos espesos, lo ideal es trabajar con almidones de alta viscosidad. Si se desarrollan alimentos fluidos sería importante trabajar con almidones de baja viscosidad.

Fernández Guillermo y otros (2000) presentaron un estudio ante la División de Investigación de la facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad del Zulia que fue titulado, **Reporte de análisis cuantitativo de aflatoxinas por el método Elisa en muestras de materias primas de alimento balanceado para aves provenientes de planta ubicada en el municipio mara del estado Zulia, Venezuela**. El mismo tuvo como objetivo, detectar la presencia de aflatoxinas en 5 materias primas de alimento balanceado para aves provenientes de una planta ubicada en el municipio Mara del estado Zulia. Para este estudio se realizó un muestreo aleatorio en los galpones de la planta, directamente de los depósitos de materia prima, de aproximadamente 500 toneladas. Se tomaron ocho muestras de 100 gramos para cada materia prima y con ello asegurar la homogeneidad de las muestras. De las cuarenta pruebas realizadas, 17 resultaron positivas a la presencia de aflatoxina, en cantidades variables, siendo la harina de maíz la de mayor concentración ($\bar{X} = 34,1$ ppb). El contenido de la biotoxina en las restantes muestras fue notablemente menor al del maíz molido amarillo con una concentración ($\bar{X} = 0,98$ ppb), la harina de soya con una concentración ($\bar{X} = 2,00$ ppb), sorgo molido con una concentración ($\bar{X} = 0,25$ ppb) y afrecho de trigo con una concentración ($\bar{X} = 0,00$ ppb).

El estudio se relaciona con el tema que se está desarrollando porque aborda una característica microbiología de muy importante como es la presencia de aflatoxina en las muestras de nutrición animal, que se venden como materia prima para alimentos balanceados de animales.

Montaño Carla (2007) presento ante la Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia. Su trabajo de grado para optar al título de Licenciatura en Bioquímica, denominado **Determinación de las características microbiológicas y bromatológicas de alimentos balanceados para animales de laboratorio (ratas y ratones)**. En el que se planteo como objetivo general determinar los parámetros microbiológicos, fisicoquímico y nutricionales de alimentos balanceados para animales de laboratorio (ratas y ratones) seladis. El estudio fue realizado en el instituto de servicios de laboratorio en investigación de la salud (SELADIS) La Paz, Bolivia. Las 15 muestras que se analizaron con respecto a las características microbiológicas fueron medianamente aceptables, pero se evidencio que las características nutricionales y fisicoquímicas en la mayoría de las muestras no cumplen los requerimientos para este tipo de animales. Se evidencio que solo 2 muestras de las bacterias anaeróbicas mesófilas esta por encima de los valores recomendados $<1 \times 10^6$ UFC/g, solo 6 valores de coliformes totales están fuera de referencia 1×10^2 UFC/g, en el recuento de hongos y levaduras se presentaron 6 muestras que presentaron valores fue de parámetro $<1 \times 10^6$ UFC/g, el contenido de grasa se encontró por debajo de los requerimientos (3,30 %) en 9 muestras, el porcentaje máximo de humedad es 12% y se encontraron 2 muestras que presentaban 13 de humedad, ninguna de las muestras cumplieron con requerimiento para cenizas 6,70% y también todas las muestras no cumplieron con el mínimo requerimiento para el valor energético 3,6 Kcal/Kg.

Al revisar este antecedente, el mismo se selecciona por contener información de vital importancia relacionada con las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas, porque en sus resultados se demuestra al manejo de algunas variables que realizadas por este trabajo y nos permite comparar información acerca de los métodos y la recolección de la información.

2.2 Bases Teóricas

En el presente trabajo fue relevante e importante la revisión bibliográfica que permitió justificar el desarrollo de la misma.

2.2.a Maíz

Puede decirse con cierta exactitud que el maíz tienen su origen en la región situada entre América Central y Meridional. El maíz se diferencia de las demás plantas por sus flores de sexos separados y por la posición específica de las inflorescencias femeninas. Esto es muy comprensible, teniendo en cuenta que los granos de polen del maíz son inhabitualmente grandes y por ello no pueden ser transportados por el viento. Para la polinización basta con que, en un campo de maíz, estos granos avancen, girando simplemente sobre su eje, desde las inflorescencias masculinas que sobresalen en lo alto. La autopolinización está excluida, ya que las flores masculinas florecen siempre antes que las femeninas de la misma planta. El maíz es un cultivo muy productivo, que pertenece, como el mijo y la caña de azúcar, a las llamadas plantas tropicales de elevado rendimiento; ya que, a causa de un mecanismo fisiológico especial, pueden transformar más dióxido de carbono en hidratos de carbono que las demás plantas. Llanos, M (1984).

De acuerdo a Gonzales, U (1995) desde el punto de vista botánico, el maíz pertenece a la familia de las gramíneas. Es una planta exuberante, con tallo sencillo o poco ramificado. Este tallo es liso, erecto, medular, de 150-250 cm de altura y un grosor en la base de hasta 5 cm. Posee numerosos nódulos en una sucesión densa; en los más cercanos al suelo se desarrollan numerosas raíces que sirven para anclaje de la planta, la percepción de las sustancias nutrientes y la captación de agua. A lo largo del tallo, se encuentran hasta 40 hojas acintadas, de 4-10 cm de anchura, más de 100 cm de longitud y un color verde oscuro. Las lemas son relativamente cortas (hasta 5 mm) y longitudinalmente escindidas o ciliadas. Las vainas son lisas. Las hojas forman una larga vaina ondulada en el borde y un limbo más ancho, alargado y flexuoso; además, son ligeramente ásperas. Las panículas son terminales, muy grandes, de hasta 50 cm de longitud. Las ramas paniculares tienen espículas dispuestas en forma pareada con dos flores masculinas y dos lemas herbáceas, puntiagudas, pubescentes, polinervadas, de color violeta claro. Flores femeninas en inflorescencias en número de 1 a 3, que aparecen como brotes cortos, laterales, en las axilas de las hojas y en el tallo inferior o medio; se trata de mazorcas de tallo corto, encerradas en hojas involucreales anchas, verdosas (que en alemán reciben el nombre de "Lieschen", "Elisitas"); llevan espículas pareadas, en 8-16 líneas longitudinales que constan, cada una de ellas, de dos flores, de las cuales solo se ha desarrollado una plenamente. Los ovarios son muy pequeños y miden a lo sumo 3 mm de longitud; sin embargo, en el periodo de floración, ostentan pistilos, de casi 20-40 cm, dotados con un estigma

terminal. Estos pistilos, que después se desecan, sobresalen como un manojito marrón en la punta de la mazorca, entre las hojas.

Por su parte, los lemas y las glumas anteriores de las flores femeninas no se desarrollan más. Los frutos pueden, por ende, quedar prearqueados, sin glumas. Los granos de maíz son, durante los periodos de maduración, blanquecinos, dorados, rojos o de color violeta oscuro.

2.3 Clasificación del maíz

La clasificación del maíz puede ser botánica o taxonómica, comercial, estructural y especial.

2.3.a Clasificación taxonómica:

Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta: Plantas con tejidos vasculares
Subdivisión:	Pteropsidae: Con hojas grandes
Clase:	Angiospermae: Plantas con flor; semillas dentro de frutos.
Subclase:	Monocotiledoneae: Con un solo cotiledón
Orden:	Poales: Generalmente pastos, cereales, bambú.
Familia:	Poaceae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Zea
Especie:	<i>Z. mays</i>

2.3.b Clasificación comercial

2.3.b.1 Maíz blanco

La norma venezolana COVENIN 1935-87 lo tipifica como todo aquel maíz de granos blancos o blanco-amarillentos, que presenta un valor menor o igual a 3% de otros colores.

Las industrias harineras y almidoneras prefieren este maíz debido al color blanco que imparte al producto terminado. En Estados Unidos es usado para hacer hojuelas de maíz y harinas gruesas; usualmente tiene un precio mayor que el maíz amarillo. Las prácticas culturales para su producción son similares a las del maíz amarillo, el único

inconveniente es el efecto del grano de polen proveniente del maíz amarillo, ya que producirá un grano ligeramente amarillo. Llanos, M (1984).

2.3.b.2 Maíz amarillo

La norma venezolana COVENIN 1935-87, indica que es el maíz de granos amarillos o amarillos con un trozo rojizo, y que tenga un valor menor o igual a 6% de maíces de otro color.

Este maíz es procesado en la industria almidonera, ya que el gluten forrajero es muy codiciado por los ganaderos, debido a su contenido de carótenos (precursores de la vitamina A). También se utiliza en la fabricación de frituras de maíz, dada la coloración final del producto. Llanos, M (1984).

2.3.b.3 Maíz mezclado

La norma venezolana COVENIN 1935-87, observa que todo maíz blanco y amarillo que presente un valor mayor del 3% y el 6% respectivamente, de otros colores será tipificado como maíz mezclado.

2.3.b.4 Maíz pinto

La norma venezolana COVENIN 1935-87, no tipifica a este tipo de maíz. Para la determinación del color en Venezuela se utiliza una submuestra de 100 g de la muestra original, después de haber separado las impurezas. Este maíz no es muy aceptado por la industria harinera, ya que la imparte una coloración no deseada al producto final.

2.3.c Clasificación por su estructura

2.3.c.1 Maíz dentado (*Zea mays indentata*)

Tiene una cantidad variable de endospermo corneo (duro) y harinoso (suave). La parte cornea está a los lados y detrás del grano, mientras que la porción harinosa se localiza en la zona central y en la corona del grano. Se caracteriza por una depresión o “diente” en la corona del grano, que se origina por la contracción del endospermo harinoso a medida que el grano va secándose. Se usa principalmente como alimento animal, materia prima industrial y para la alimentación humana. Se estima que el 95% de la producción de Estados Unidos es con variedades de este tipo. Jugenheimer (1981).

2.3.c.2 Maíz cristalino (*Zea mays indurata*)

Según Jugenheimer (1981), contiene una gruesa capa de endospermo cristalino, que cubre un pequeño centro harinoso. Generalmente el grano es liso, duro y

contienen poco almidón suave. En las zonas templadas, el maíz cristalino a menudo es más precoz, germina mejor, la planta tiene más vigor temprano y más hijuelos que las variedades dentadas. Se siembra ampliamente en Argentina, en otras áreas de Latinoamérica y al sur de Europa, donde se usa como alimento animal y humano.

2.3.c.3 Maíz harinoso (*Zea mays amilaceo*)

Jugenheimer (1981) manifiesta que este tipo de maíz, está compuesto en gran parte por almidón suave y tienen pocos dientes o ninguno. Se caracteriza por un endospermo harinoso, sin endospermo cristalino. Es de producción limitada en Estados Unidos. Es muy común en la región andina del sur de América. En México este tipo de maíz se usa para hacer pozole.

2.3.c.4 Maíz dulce (*Zea mays saccharata*)

El maíz dulce está caracterizado por una apariencia translúcida y cornea cuando el maíz está inmaduro. Las mazorcas se recogen cuando están verdes y se usan para enlatados y para consumo en fresco. En Venezuela este tipo de maíz se utiliza para hacer cachapas. Jugenheimer (1981)

2.3.c.5 Maíz palomero o pop corn (*Zea mays everta*)

Es una de las razas más primitivas y es una forma extrema de maíz cristalino. Se caracteriza por un endospermo cristalino muy duro, que solamente tiene una pequeña porción de endospermo harinoso. Sus granos son redondos (como perlas), o puntiagudos (como el arroz). Aproximadamente el 0.1% de la superficie maicera total de Estados Unidos, se siembra con este cultivar, que se emplea principalmente para consumo humano en la forma de rosetas (palomitas), dada su característica de expansión al someterse al calor. Jugenheimer (1981)

2.3.c.6 Maíz tunicado (*Zea mays tunicata*)

Se caracteriza porque cada grano está encerrado en una vaina o túnica. La mazorca está cubierta con "espatas" como los otros tipos de maíz. Se usa como ornamento o como fuente de germoplasma en los programas de fitomejoramiento. El maíz tunicado no se está cultivando comercialmente, pero se de considerable interés en estudios sobre el origen del maíz. Jugenheimer (1981)

2.3.d Maíz de clasificación especial

El maíz puede ser alterado por medios genéticos para producir modificaciones en el almidón, proteína, aceite y otras propiedades, como se menciona a continuación.

2.3.d.1 Maíz céreo (waxi) (Zea mays cerea)

Fue introducido en Estados Unidos en 1908. La principal fuente de almidón con base en amilopectina antes de la Segunda Guerra Mundial fue la tapioca, importada de Asia Central; la ocupación de esa área por los japoneses cortó su suministro y se creó un programa de emergencia para producir el maíz ceroso a nivel comercial. Después de la guerra el maíz ceroso continuó como una importante fuente de almidón con base en amilopectina.

La diferencia con el almidón del maíz común, está en que el almidón del maíz céreo está compuesto de 100% amilopectina y se tiñe de color café rojizo con una solución al 2% de yoduro potásico, mientras que el almidón del maíz común contiene 73% de amilopectina y 27% de amilosa, además se tiñe de color azul en presencia de la solución anteriormente mencionada. Este maíz se usa como materia prima para la producción de almidón céreo, en la molienda húmeda del maíz en Estados Unidos, Canadá, Europa y México.

Los tipos de almidón céreo (nativo y modificado) son comercializados a nivel mundial debido a su estabilidad y a otras propiedades de sus soluciones. Son usados por la industria alimenticia como estabilizadores en pudines, salsas, pasteles, aderezos de ensaladas; en la industria papelera, en la elaboración del papel engomado como adhesivo. Jugenheimer (1981)

2.3.d.2 Maíz de alta amilosa (amylomaíz)

Es el nombre genérico usado para designar al maíz que tiene un contenido alto de amilosa (50%). Este grano se produce exclusivamente para la industria húmeda del maíz. Hay dos tipos desarrollados comercialmente: el que tiene un contenido de amilosa entre 50 y 60 % y otro que contiene entre 70 y 80%.

El almidón de maíz de alto contenido de amilosa es usado en la industria textil y como adhesivo en la manufactura de cartón corrugado. Milton John (1990)

2.3.d.3 Maíz de alta lisina

Este es el nombre genérico para el maíz que tiene un mejor balance de aminoácidos y por consiguiente, una mayor calidad de proteína para alimento humano o animal, en comparación con el tipo dentado ordinario, que es deficiente en lisina.

En 1964 se descubrió que el nivel de lisina es controlada genéticamente por un gen recesivo (opaco-2), que reduce el contenido de zeína en el endospermo e incrementa el porcentaje de lisina. La investigación agronómica con este maíz, indica que es ligeramente bajo en productividad y alto en humedad comparado con el maíz normal. Además el grano es suave y más sensible al daño. La investigación actual con híbridos más sofisticados indica que estas características (rendimiento y grano suave) pueden mejorarse. Milton John (1990)

2.3.d.4 Maíz de alto contenido de aceite

En el verano de 1896, C. G. Hopkins, de la Universidad de Illinois, comenzó un programa de fitomejoramiento en maíz en relación con su contenido de aceite. El porcentaje de aceite del material que ha estado bajo selección continua, se ha incrementado desde 4 ó 5% (normal en maíz dentado) hasta 17.5%. Aunque las variedades con altos contenidos de aceite tienen un bajo rendimiento, las investigaciones recientes con la incorporación de nuevos genes, indican que las variedades que contienen entre 7 y 8% de aceite, pueden ser productivas en cuanto a rendimiento. Milton John (1990)

2.4 Estructura del grano

El fruto de la planta del maíz se llama comercialmente grano, botánicamente es una cariósida y agrícolamente se le conoce como semilla. Está formado por las siguientes partes:

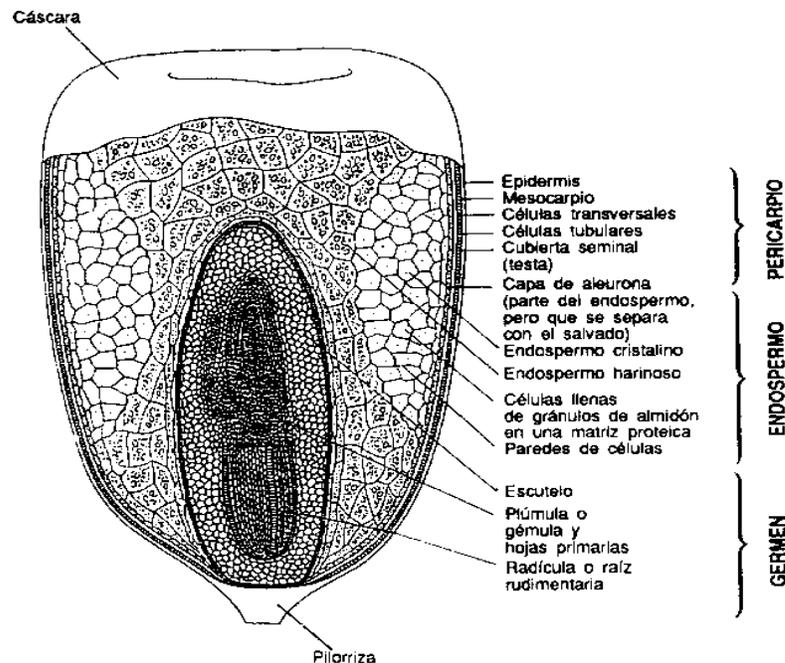


Figura 1. Estructura del grano de maíz. (Norve 2001)

2.4.a *Pericarpio*: Cubierta del fruto de origen materno, se conoce como testa, hollejo o cáscara. Llanos, M (1984).

2.4.b *Aleurona*: Capa de células del endospermo, de naturaleza proteica. Llanos, M (1984).

2.4.c *Endospermo*: Tejido de reserva del grano, que alimenta al embrión durante la germinación. Es la parte de mayor volumen. Hay dos regiones bien diferenciadas en el endospermo, el suave o harinoso y el duro o vítreo. La proporción depende de la variedad. Llanos, M (1984).

2.4.d *Escutelo o cotiledón*: Es la parte más significativa del grano, se localiza el germen o embrión. Llanos, M (1984).

2.4.e *Embrión o germen*: se localiza en el centro o núcleo de la semilla, con la estructura para originar una nueva planta, al germinar la semilla. Llanos, M (1984).

2.4.f *Coleoriza o piloriza*: Parte que se une al olote, con una estructura esponjosa, adaptada para la rápida absorción de humedad. Entre esta capa y la base del germen se encuentra un tejido negro conocido como capa hilar, la cual funciona como un mecanismo de sello durante la maduración del grano. La formación de la capa negra indica grano maduro. Llanos, M (1984).

2.5 Composición química de las partes del grano.

Las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. Está conformado por las siguientes partes:

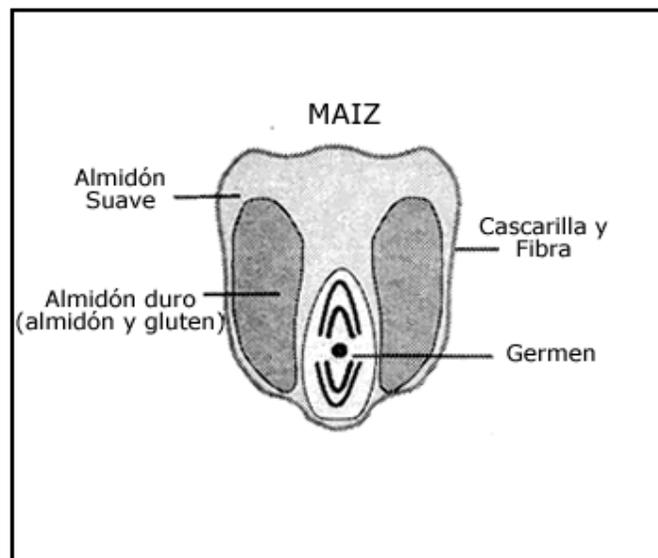


Figura 2. Composición química de las partes del grano de maíz. (FAO 1998).

2.5.a La *cubierta seminal o pericarpio*, se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0.1%). Presenta el 5 al 6% del grano de maíz. FAO (1998), Llanos, M (1984).

2.5.b El *germen*, se caracteriza por un elevado contenido de grasas crudas (33% por término medio), contiene también un nivel elevado de proteínas (próximo al 20%) y minerales. También contiene Nitrógeno, pero en menor medida que el endospermo. Presenta el 10 al 12% del grano de maíz. FAO (1998), Llanos, M (1984).

2.5.b La *capa de aleurona*, de la cual se conocen pocos datos, tiene un contenido relativamente elevado de proteínas (19%) y de fibra cruda. Contiene cantidades reducidas de Nitrógeno. Presenta el 2 al 3% del grano de maíz. FAO (1998), Llanos, M (1984).

2.5.c El *gluten*, se caracteriza por tener un nivel elevado de proteínas (20 a 25%), su presentación húmeda posee color amarillento claro, con sabor dulzón a cereales tostados y ligero olor a maíz fermentado. Se obtiene luego de haber sido extraído la mayor parte de almidón. Presenta el 2 al 3% del grano de maíz. FAO (1998), Llanos, M (1984).

2.5.d El *endospermo*, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87%), proteínas (8%) y un contenido de grasas relativamente bajo. Aporta, además, la mayor parte del Nitrógeno que contiene el maíz. Presenta el 80 al 85% del grano de maíz. FAO (1998), Llanos, M (1984).

2.5.e *Almidón*, es una sustancia de reserva de las plantas que se forma por síntesis clorofílica, o sea por la intervención de la luz solar; en la oscuridad el almidón se desdobra en azúcares que la savia transporta a otras partes de planta. El almidón es un polisacárido natural altamente polimérico, compuesto de unidades de glucopiranosas ligadas por enlaces α -glucosídicos. Su fórmula aproximada es $(C_6H_{10}O_5)_n$ en la n es probablemente mayor que un millar.

Se presentan en forma de gránulos blancos, formados por un polímero lineal (amilosa) y un polímero ramificado (amilopectina). Estos dos polímeros se hallan en el gránulo de almidón orientados y asociados en una estructura reticular cristalina, de tal modo que los gránulos son insolubles en agua a temperatura bajas y algo resistentes a las enzimas hidrolíticas naturales. Cubero N (2002); Federico K (1968).

2.5.e.1 *La amilosa*, es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos $\alpha(1,4)$, que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una α -D-(1,4)-glucosa cuya unidad repetitiva es la α -maltosa, presenta forma helicoidal. El interior de la hélice contiene sólo átomos de hidrógeno y es en consecuencia hidrofóbico, permitiendo que la amilosa ser un puente para la modificación del almidón. Lo complejo de la amilosa es que puede adherirse como moléculas de grasas y emulsionantes, para cambiar las temperaturas de gelatinización, alterar la textura y viscosidad de la pasta resultante. Yúfera E (2007); Cubero N (2002)

2.5.e.2 *La amilopectina*, es un sacárido que se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol: las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizadas cada 25-30 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular puede variar alrededor de 10.000.000 hasta 50.0000.000. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes. Sus propiedades difieren con respecto a la amilosa, dado el tamaño de la molécula y su estructura, la retrogradación y la formación de gel puede ser evitada o demorada. Yúfera, E (2007); Cubero N (2002)

Tabla 1

Contenido de amilosa y amilopectina en los almidones

Tipo de Almidón	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
Maíz Dentado	25	75
Maíz Waxy	<1	>99
Yuca	17	83
Papa	20	80
Maíz Alta Amilosa	55 – 70	45 – 30
Trigo	25	75
Arroz	19	81

Fuente: Cubero N (2002)

2.6 Propiedades Fisicoquímicas

El papel de los alimentos consiste en reponer o proveer la energía necesaria para el desarrollo de los procesos bioquímicos del cuerpo humano. La caracterización de un alimento se caracteriza por la medición de ciertas variables de orden tanto físico como químico. Que para nuestro caso solo serán: proteínas, lípidos, humedad, ceniza junto con otras características están presentes en diversas cantidades tanto en el maíz como en los gránulos de almidón. Cubero N (2002)

2.6.a *Las proteínas*, son moléculas de gran tamaño, complejidad y diversidad compuestas principalmente por aminoácidos que se caracterizan por estar constituidas por elementos como el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y casi todas poseen también azufre. Las proteínas ocupan un lugar de máxima importancia entre las moléculas constituyentes de los seres vivos, prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la presencia o la actividad de este tipo de moléculas. Entre sus principales funciones es la de biocatalizadora de los procesos fundamentales tales como: el crecimiento, la digestión, metabolismo, defensa, excreción y la transformación de energía química en trabajo mecánico, entre otras. Salvador B (2006).

2.6.b *Los lípidos*, son un conjunto de moléculas que son derivados de los ácidos grasos y están compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, que tienen como característica principal el ser hidrofóbicas o insolubles en agua y sí en disolventes orgánicos como la bencina, el alcohol, el benceno y el cloroformo. Los lípidos cumplen funciones diversas en los organismos vivientes, entre ellas la de reserva energética pues facilitan la formación de la composición y permeabilidad de las membranas y paredes celulares, así también sirven como vehículo de las vitaminas liposolubles contribuyendo al gusto y la sensación de saciedad después de comer. Salvador B (2006).

2.6.c *La ceniza*, es el producto de la combustión de algún material, ya que todos los alimentos contienen elementos minerales orgánicos e inorgánicos. Para determinarlos se procede a incinerarlos y cambiar su naturaleza; las sales minerales de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos y haluros. Dichos residuos remanentes quedan depositados en el lugar donde se ha llevado a altas temperaturas. Las cenizas se expresan en % en peso que ha quedado luego de la incineración. El contenido de ceniza puede variar dependiendo de la fuente de materia prima. Boatella J (2004).

2.6.d *Contenido de Humedad*, es una variable física definida formalmente como la cantidad de agua presente o absorbida en un sólido. Se puede expresar tanto en base húmeda como en base seca. El contenido de humedad con base húmeda se puede expresar tanto en decimal como en porcentaje (parte de los componentes del material en relación con el total); en cambio, el contenido de humedad con base seca sólo tiene sentido si se expresa en decimal, puesto que se trata de una relación entre componentes del material. En el comercio y la industria se emplea mayormente el contenido de humedad con base húmeda, mientras que en ciencia el contenido de humedad con base seca resulta más adecuado. (Barrios 1989)

$$\text{Humedad (bh)} = \frac{\text{Peso del agua en la muestra}}{\text{Peso del alimento humedo o peso de la muestra}} \times 100$$

$$\text{Humedad (bs)} = \frac{\text{Peso del agua en la muestra}}{\text{Masa del alimento seco}} \times 100$$

2.6.e El pH, es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia por lo general en su estado líquido (también se puede utilizar para gases). Se entiende por acidez la capacidad de una sustancia para aportar a una disolución acuosa iones de hidrógeno, hidrogeniones (H^*) al medio. La alcalinidad o base aporta hidroxilo OH^- al medio. Por lo tanto, el pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia, iones hidronio [H_3O^+] presentes en determinadas sustancias. Como cualquier medida, el pH posee una escala propia que indica con exactitud un valor. Ésta es una tabla que va del número cero al catorce, siendo de esta manera el siete el número del medio. Si el pH es de cero a seis, la solución es considerada ácida; por el contrario, si el pH es de ocho a catorce, la solución se considera alcalina. Mientras que si la solución posee un pH siete, es considerada neutra. Federico K. (1968)

2.6.a *El dióxido de azufre*, se emplean generalmente para conservar los alimentos. Aunque el dióxido de azufre tiene actividad microbiana, también se utiliza como antioxidante de ciertos alimentos. En la conservación de cereales y frutas se puede utilizar niveles de 1800 a 2000 ppm. Debido a que se consigue un pH bajo en los alimentos se obtiene una conservación más eficaz y la acción microbiana es muy baja debido a que disminuye la tensión del oxígeno hasta un punto por debajo del cual los organismos aerobios no pueden crecer. Se considera que el dióxido de azufre como un veneno enzimático, que impide el crecimiento de microorganismo por la inhibición de las enzimas esenciales. Moreno B y demás (1983).

2.7 Microbiología en los cereales

En la industria de cereales específicamente la industria del maíz no es la excepción, ya que estos microorganismos cuando se le dan las condiciones. Sin embargo pueden crecer pero a niveles tolerables para que no se han dañinos al consumidor.

Por lo tanto vamos a definir a los microorganismos más comunes que crecen en el maíz y los subproductos que son ofrecidos como materia prima para la industria alimentaria, como son:

2.7.a Bacterias Aerobias Mesófilas

Los microorganismos aerobios mesófilos son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas características térmicas intermedias. En este análisis se refleja la calidad sanitaria e higiénica de la elaboración del alimento. Durante este análisis se requiere determinar cualquier microorganismo que crezca a temperatura de entre 30 a 45 °C en presencia de aire, sea Gram positivo o Gram negativo como son: la familia *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter* y *Staphylococcus*. Frazier W (1976); Moreno B y demás (1983).

2.7.b Coliformes

Son todos aquellos bacilos no formadores de esporas, Gram negativos, aeróbicos o facultativamente anaeróbicos, que fermentan la lactosa con formación de gas antes de 48 a 35 horas. Una definición alternativa incluye a todos los organismos que producen colonias sobre agar de eosina-azul de metileno, las cuales presentan un brillo metálico color verde amarillento antes de las 24 horas de incubación a 35-37 °C.

El grupo de los *Coliformes* incluye *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae* y *Klebsiella pneumoniae*. Hay pocas cepas de otras especies más que fermentan la lactosa y que podrían ser incluidas en una determinación de *Coliformes*.

Los *Coliformes* se encuentran principalmente en los intestinos y excrementos del hombre y los animales, su presencia podría ser debida a contaminación fecal y acompañarse asimismo de patógenos entéricos. La presencia de *Coliformes* indica que el tratamiento térmico ha sido incorrecto o que se ha producido una nueva contaminación después del mismo. Frazier W (1976); Moreno B y demás (1983).

2.7.b.1 Escherichia coli

Comprende bacilos Gram negativos, no esporulados y con flagelos peritricos. Fermentan gran variedad de azúcares, produciendo una mezcla de ácidos, etanol,

dióxido de carbono e hidrogeno. Debido al escaso número de reacciones positivas características, la diferenciación entre cepas recientemente aisladas de *Escherichia coli* y cepas de especies de los géneros, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Yersinia* y *Shigella*, puede precisar de otras reacciones, además de la fermentación de lactosa. Comúnmente su hábitat natural es el tracto entérico del hombre y de los animales. La presencia de este microorganismo indica una contaminación directa o indirecta de origen fecal. Jay J (1978); Moreno B y demás (1983).

2.7.c Salmonella

Es un género de bacteria que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos Gram negativos. Los organismos de este género son positivos a la catalasa y negativo a la oxidasa, con metabolismo respiratorio y fermentativo. La mayoría son móviles (flagelos periticos), no fermentan la lactosa y crecen en medios sencillos con glucosa, nitrógeno inorgánico y sales minerales. Las salmonellas son consideradas mesófilas con una temperatura optima de 35- 37 °C.

Clásicamente se distinguían tres únicas especies patógenas primarias: *S. typhi*, *S. cholerae-suis* y *S. enteritidis*. A su vez, según la serotipificación de Kauffman y White, eran clasificadas en más de 2000 serotipos con base en los antígenos flagelares H (proteicos) y antígenos somáticos O (fracción polisacárida del lipopolisacárido bacilar). *S. typhi* posee además un antígeno de virulencia (Vi).

Se ha dicho que las salmonellas son omnipresentes ya que se pueden encontrar en el suelo, agua, agua residuales, animales, hombres, maquinaria de tratamiento, piensos y productos alimenticios varios. Su habitat natural es el tracto intestinal del hombre y los animales. Produce una enfermedad llamada salmonelosis que se caracteriza por fiebre entérica (tifoidea o paratifoidea), gastroenteritis y septicemia. El tratamiento térmico del producto suele ser suficiente para dar muerte a las salmonellas. Moreno B y demás (1983); Frazier W (1976).

2.7.d Levaduras

Han sido definidas como hongos en los que la forma usual dominante o mas conspicua es unicelular, lo cual constituye cierta ventaja sobre la forma mical de los mohos. La formación unicelular se disemina más fácilmente que la micelial. Las levaduras se reproducen asexualmente por gemación o brotación y sexualmente mediante ascosporas o basidiosporas. Durante la reproducción asexual, una nueva yema surge de la levadura madre cuando se dan las condiciones adecuadas, tras lo cual la yema se separa de la madre al alcanzar un tamaño adulto. En condiciones de escasez de nutrientes las levaduras que son capaces de reproducirse sexualmente

formarán ascosporas denominadas la clase Ascomicetos. Las levaduras que no son capaces de recorrer el ciclo sexual completo se clasifican dentro del género *Candida*. Las levaduras son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono para la obtención de bebidas alcohólicas, pan, antibióticos. Frazier W (1976); Jay J (1978).

2.7.e Hongos

Los hongos son organismos eucariotas que producen esporas, generalmente con reproducción sexual y asexual; el cuerpo consiste generalmente de filamentos ramificados con pared celular quitinosa. Difieren a las bacterias por su estructura más compleja y mayor tamaño. Los hongos pueden ser uni o multicelulares. En los hongos están presentes los dos tipos generales de reproducción, la sexual y la asexual. Esta última, denominada también somática o vegetativa, no involucra la unión de núcleos, células sexuales u órganos sexuales y es la de mayor importancia para estos organismos, pues da lugar a un mayor número de individuos y tiene lugar muchas veces durante una estación, mientras la sexual transcurre una vez por año. Tiene mucha utilidad en la elaboración de alimentos como el queso. Frazier W (1976); Jay J (1978).

2.7.e.1 Hongos en los alimentos

Los mohos forman parte del extenso grupo de microorganismos que llamamos hongos, los mismos crecen sobre cualquier producto produciendo el deterioro de los mismos. Forman metabolitos secundarios que actúan como antibióticos favoreciendo la prevalencia del moho frente a otros microorganismos, muchos de los cuales son tóxicos para plantas y/o animales. Estos metabolitos son sustancias de origen fúngico, que enferman o matan a los animales que los consumen se conocen como micotoxinas, y la afección se llama micotoxicosis.

Las micotoxinas son compuestos ubicuos que difieren mucho en sus propiedades químicas, biológicas y toxicológicas. Una micotoxicosis primaria se produce al consumir vegetales contaminados, y secundaria al comer carne o leche de animales que ingirieron forrajes con micotoxinas.

La contaminación de los cereales generalmente es un proceso aditivo, el desarrollo de los hongos filamentosos puede comenzar en el campo, aumentar durante la cosecha y el secado y continuar en el almacenamiento.

Los hongos que afectan los granos pueden ser clasificados en dos grupos: el primero llamado hongos del campo, que incluyen especies como *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* y *Helminthosporium* debido a que invaden los granos antes de la cosecha o durante la cosecha. El segundo grupo llamado del almacenamiento está formado principalmente por *Penicillium* y *Aspergillus*.

Los hongos aislados del maíz pertenecen principalmente al género *Aspergillus*, por lo tanto que la micotoxina mas estudiada para el maíz es la aflatoxina. Frazier W (1976); Jay J (1978).

2.7.e.2 Aflatoxinas

Son micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus* (especialmente *A. flavus* y *A. parasiticus*). Entre las principales manifestaciones asociadas a la exposición de estas sustancias, están el daño hepático y renal, mutagénesis, teratogénesis, carcinogénesis, inmunosupresión y citotoxicidad.

Algunas características importantes de estas toxinas son su capacidad de bioconcentración, bioacumulación y su gran estabilidad. Aunque los *Aspergillus* crecen saprofiticamente, los productos alimenticios pueden servir como sustrato, favoreciendo la presencia de estos mohos. Factores como la capacidad toxigénica del hongo, la temperatura, el tiempo, el pH, la humedad, la actividad del agua (A_w), la luz, la atmósfera de almacenamiento y factores de tipo químico como la presencia de minerales o carbohidratos, o la presencia de sustancias inhibitoras como la lactosa, pueden ayudar a crecer e incluso a producir aflatoxinas. Las condiciones para el crecimiento y desarrollo de aflatoxinas no pueden ser mejores en los países tropicales, donde las temperaturas altas (20-35°C) y el ambiente húmedo (85% de humedad relativa) dan las condiciones ideales para infectar casi cualquier producto del agro, especialmente maíz, algodón, arroz y maní.

Los niveles máximos permitidos de aflatoxinas en fuentes alimenticias, varían de acuerdo a los países y sus propias regulaciones, sin embargo, en forma general, se puede observar que para consumo humano se permiten niveles de 5 a 20 ppb.; mientras que para aves y ganado bovino lechero hasta un máximo de 30 ppb y para ganado bovino, ovino, caprino para carnes y en cerdos se permite hasta 200 ppb. Jay J (1978); Fernández Guillermo y otros (2000).

2.8 Proceso de molienda húmeda de maíz

La molienda húmeda del maíz, se utiliza principalmente para separar los componentes del maíz como son: cascarilla (fibra), germen, gluten y almidón. Siendo el almidón de maíz el producto principal. Concerniente al proceso de molienda humedad de maíz, se debe tener en cuenta las siguientes fases:

2.8.a Limpieza. A medida que se recibe el maíz, se limpia antes de almacenarse en la planta. La selección y limpieza por aspiración con vacío elimina todos los materiales indeseables como son polvo, desechos, mazorcas, piedras e insectos. George A (1997); Hosney Carl (1991).

2.8.b Maceración. El maíz con un contenido de humedad aproximado del 16% es ideal para macerar. Si el maíz es demasiado duro para separar el almidón, se requiere un proceso de ablandamiento para acondicionar el grano. Para esto, el maíz limpio se humedece (macera) durante 36 a 48 horas en un baño de agua caliente recirculante (46 a 52°C) que contienen de 0,10 a 0,30% de dióxido de azufre (mezcla entre agua y vapor de azufre) lo que prepara al maíz para la molienda. Así se desintegra la proteína que, a su vez, es responsable de la retención del almidón y la eliminación de productos solubles indeseables que interfieren con la separación.

Físicamente, la maceración se lleva a cabo en una serie de tanques en donde se controla por medio de un flujo a contracorriente de agua de maceración. A intervalos regulares se hace recircular el agua con ácido sulfuroso sobre cada tina. El maíz más viejo se remoja en agua que contiene la menor cantidad de productos solubles y el más nuevo, en agua que contenga a una mayor cantidad de sustancias solubles. Durante la maceración, el maíz se cubre por completo. Al final del periodo de maceración, el grano de maíz a ganado cerca de 45 a 47% de humedad y esta agua se separa del maíz. Esta agua de maceración contiene alrededor del 6% de sólidos que están constituidos por el 35 al 45% de proteínas y tiene una densidad alrededor de 1,04 a 1,05 kg/metro cubico. Al concentrar el agua de maceración a un contenido de sólidos del 35 al 55% se utiliza como alimento para animales o como material nutriente en procesos bioquímicos.

La maceración se realiza básicamente para dos objetivos como son: reducir el peso molecular de las proteínas para hacerlas más solubles y con ello hacer más fácil el proceso de molienda. Como segundo objetivo es evitar el crecimiento de microorganismos. George A (1997); Giménez Jorgelina; Hosney Carl (1991)

2.8.c Primera molienda (Separación del germen). El proceso de maceración reblandece el grano de maíz hasta un punto deseable (aproximadamente un 45% de humedad). Ahora puede llevarse a cabo la separación del germen mediante una molienda gruesa que rompe el grano liberando el germen sin dañarlo. Esta molienda produce un material de forma de pulpa que contiene germen, cáscara, almidón y gluten que se hace pasar a través de un separador de ciclón líquido en donde se recupera el germen. Esto muestra un ejemplo de equipo moderno para un proceso que permanece invariable.

Los métodos antiguos recurrían a un sistema de separadores por flotación. El nuevo método utiliza hidrociclones en forma de cono que emplean una separación por fuerza centrífuga al germen. Las cáscaras y el endospermo, las partículas más pesadas, se descargan del fondo del tubo de hidrociclón y el germen, que es más ligero, se extrae de la parte superior del vórtex.

El germen recuperado, libre de almidón para la refinación del aceite. Hosney Carl (1991); George A (1997)

2.8.d Segunda Molienda. Después de separar el germen, el endospermo coriáceo y las cáscaras se muelen para liberar el resto del almidón. La pasta molida resultante que contiene almidón, gluten y cáscara, se hace pasar a través de una serie de carretes con tamices de 18 a 20 mallas, en donde las cáscaras y fibras más gruesas se eliminan. La fibra se recoge, se disuelven y luego se lavan para recuperar todo almidón residual. Hosney Carl (1991); George A (1997)

2.8.e Separación del gluten del almidón. La pasta de almidón que contiene del 5 al 8% de gluten se hace pasar a través de centrifugas de alta velocidad como la centrífuga Merco. Primero se separa el gluten de buena calidad del almidón y se concentra en otra centrífuga. Este gluten llega a ser uno de los principales componentes de los productos alimenticios.

El almidón de la primera centrifugación todavía contiene del 2 al 2.5% de proteínas de gluten y se centrifuga aún más con los doorclones.

Los doorclones son utilizados para la separación de almidón-gluten consta de varios cientos de pequeños tubos de hidrociclón en una caja con divisiones. Utilizando etapas múltiples de las unidades del hidrociclón y lavado a contracorriente es posible obtener una buena separación de almidón-gluten, como también purifica el almidón y lo concentra en densidades promedios de 1,16 a 1,20 kg/metro cubico.

El agua residuo del almidón refinado se filtra; sin embargo, toda el agua restante se elimina secando en charolas en hornos o en secadores de túnel, o bien en secadores instantáneos (flash).

Según valores teóricos, 100 kg de maíz producen: 51.3 kg de almidón, 39.2 de subproductos (gluten, germen, fibra) y 2.8 kg de aceite. Hosney Carl (1991); George A (1997); Armando Norve.

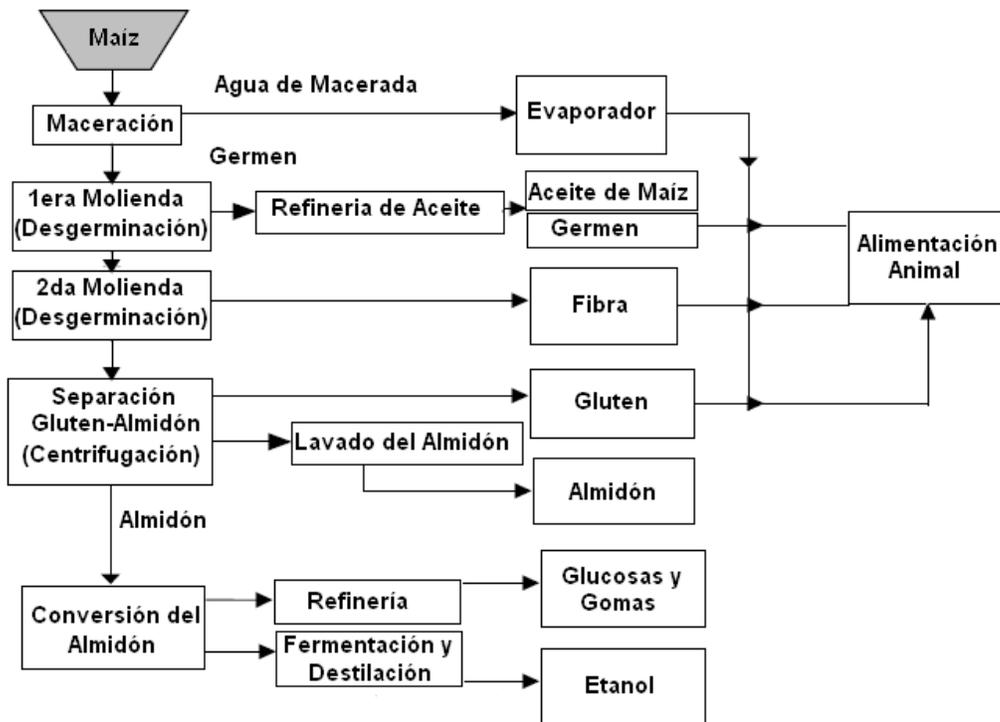


Figura 3. Flujograma del proceso de molienda húmeda del maíz. (Castellanos 2010)

Se estiman más de 800 artículos, que utiliza la humanidad, en los cuales interviene el maíz. Hosney Carl (1991); Cubero N (2002)

2.10 Aprovechamiento de los subproductos del maíz

En el procesamiento de maíz por medio de la molienda húmeda lo que principalmente se quiere es la obtención de almidón, para ello se originan una gran cantidad de subproductos que económicamente son factibles procesarlos y darle un valor agregado. Estos son: pericarpio (fibra de maíz), el germen y el gluten. Hosney Carl (1991); Cubero N (2002)

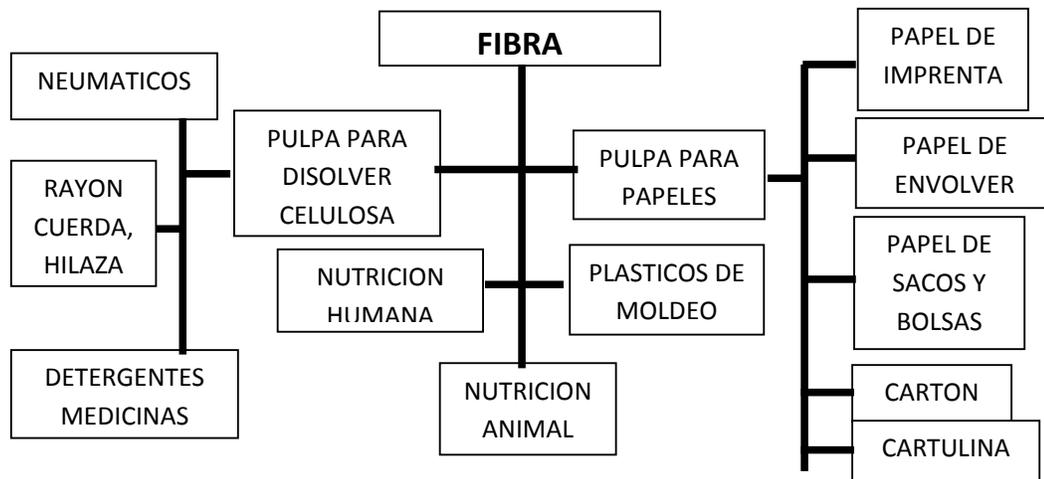


Figura 5. Usos potenciales de la fibra. (Austin 1997, Hosney Carl 1991)

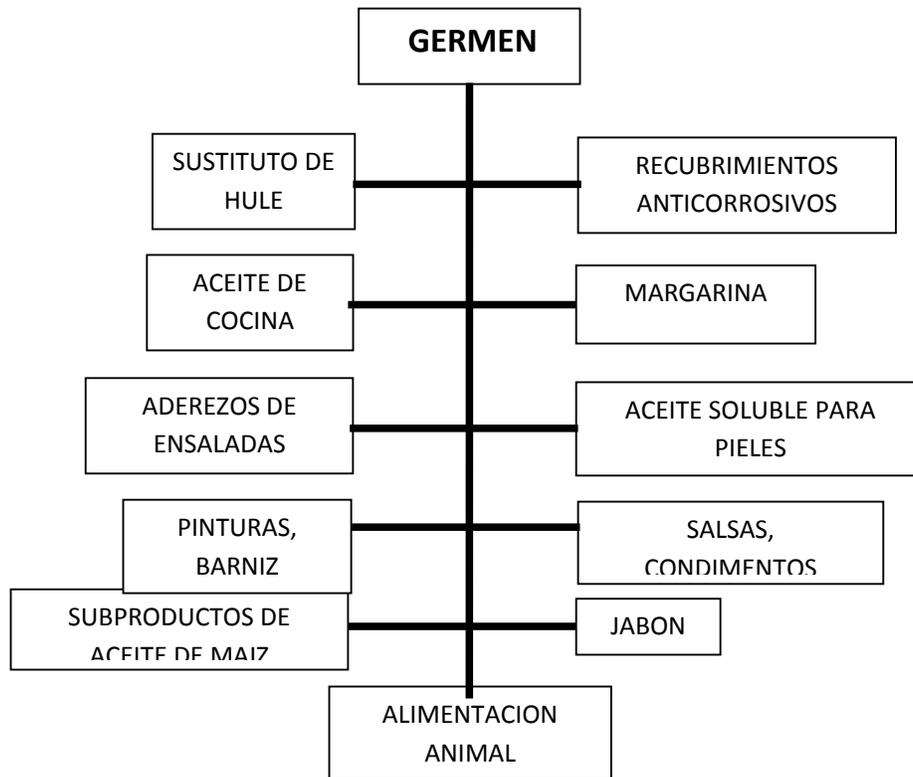


Figura 6. Usos potenciales del germen. (Austin 1997, Hosney Carl 1991)

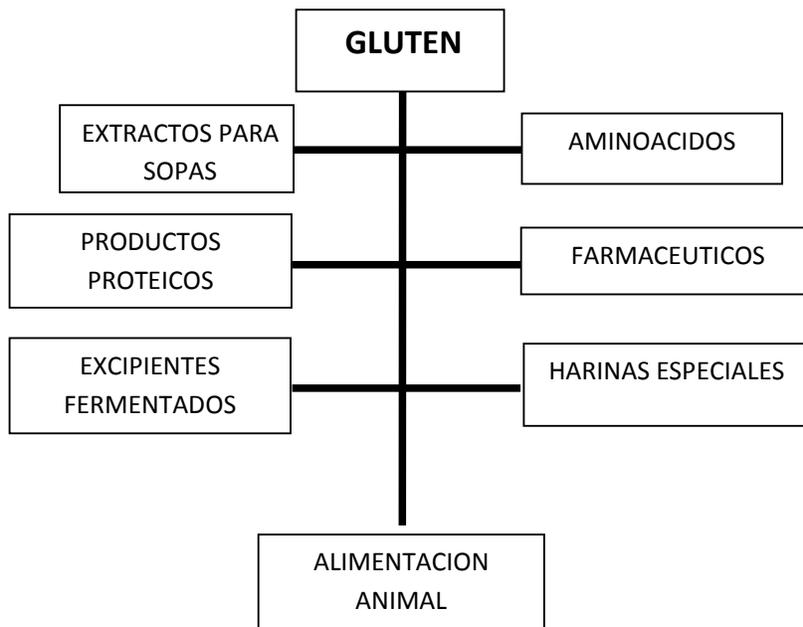


Figura 7. Usos potenciales del gluten. (Austin 1997 Hosney Carl 1991)

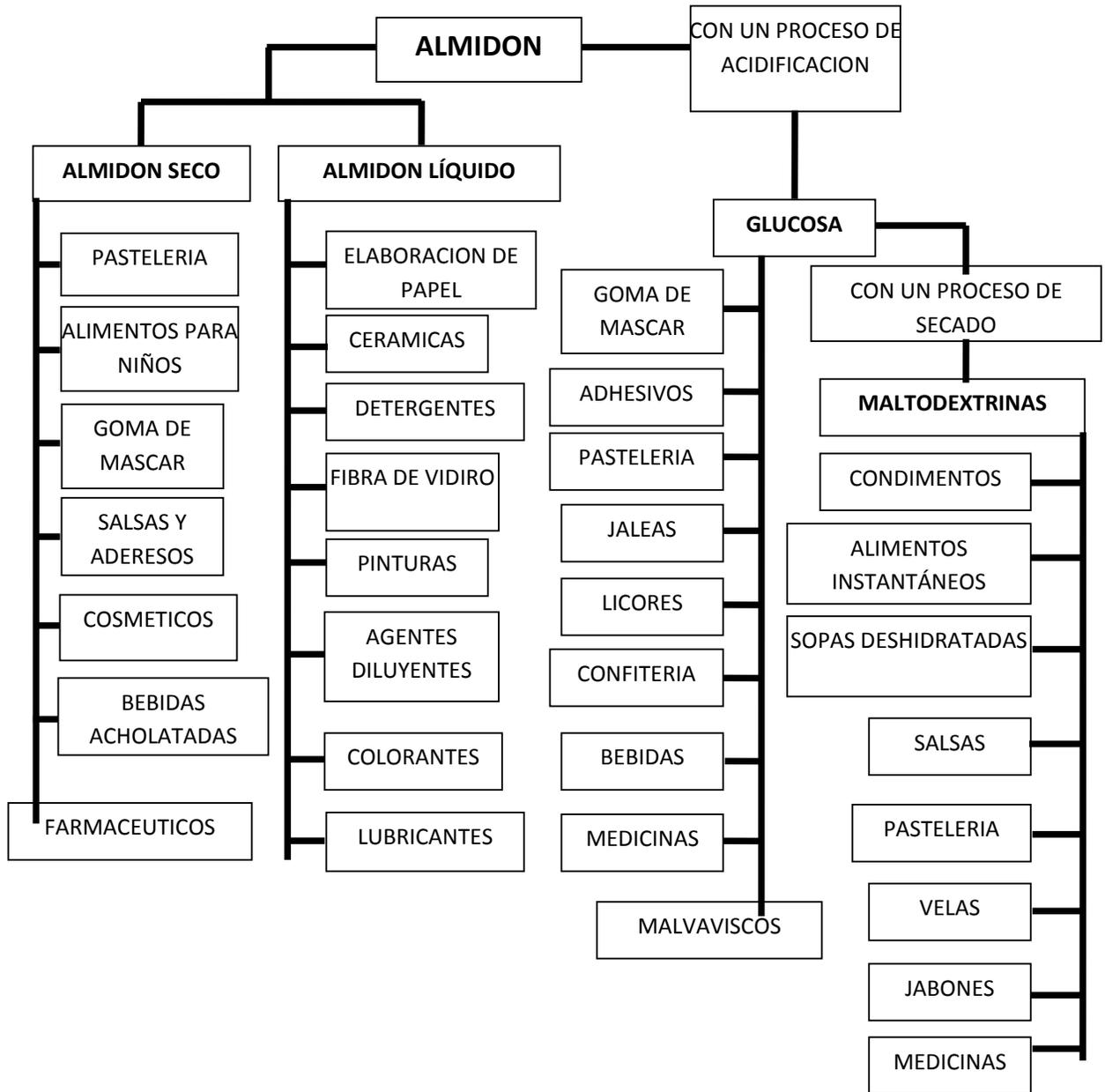


Figura 8. Usos potenciales del germen. (Austin 1997, Hosney Carl 1991)

CAPITULO III

3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN LAS MUESTRAS DE MATERIA PRIMA

En el presente capítulo se van a estudiar los métodos y técnicas que se emplean para la determinación de ciertas características tanto físicas, químicas y microbiológicas, por ello que este capítulo se convierte en la base práctica del trabajo que permite conocer los avances de las ciencias de los alimentos en el reconocimiento de las variables anteriormente estudiadas. Como también en este capítulo se examinará la forma de cómo se toman las muestras en las industrias del maíz (INDELMA).

3.1 Toma de muestras

El procedimiento para la toma de muestras según Covenin 1126-89 Alimentos que se titula: Identificación y preparación de muestras para el análisis microbiológico. “Esta norma contempla el procedimiento a seguir para la identificación y preparación aséptica de las muestras destinadas al análisis microbiológicos a fin de asegurar la obtención de resultados válidos, confiables y reproducibles y proteger tanto a las muestras como al personal de laboratorio de posibles contaminaciones”.

Al muestrear un lote, es importante obtener una muestra representativa de éste, para ello se requiere tomar varias muestras del lote, para obtener una muestra homogénea y que a la hora de obtener un resultado el mismo sea confiable.

En las industrias del maíz, para las muestras del almidón de maíz regular. Las mismas se obtienen directamente de la tolva de envasado (área de envasado), por medio de un conducto automático por cada paleta (48 sacos de 25 kg) se toma una muestra de 200 a 300 gr. Un lote está representado por 9 paletas, así mismo la cantidad de la muestra es de 1800 a 2100 gr que al mezclarse se hace homogénea y representa todo un lote. Las muestras, no se toman después del envasado en sus respectivos sacos debido a que, después de abierto el saco no se puede regresar al lote porque el producto deja de ser aséptico y se pierde parte de la producción, para evitar dichas pérdidas se hizo ese conducto que se le llama “toma muestra”.

Las muestras, ya bien identificadas con el nombre del producto, fecha y lote. Pasan directamente al área de microbiología para su análisis y se toman las muestras

testigos. Luego se trasladan a fisicoquimico para su analisis. Si todas las características son aceptables el lote es almacenado para su venta.

Mientras que las muestras de alimentacion animal cumplen con la norma Covenin 1567-80 Alimentos para animales. Método de muestreo

- 1-10 sacos: cada saco debe ser muestreado.
- 10-100 sacos: se tomaran 10 sacos elegidos al azar.
- Más de 100 sacos: el número de premuestras deberá ser igual o inmediatamente superior a la raíz cuadrada del número total de sacos.

Se toman dos muestras, una para microbiologia y la otra para fisicoquimico para su analisis. Si todas las características son aceptables el lote es almacenado para su venta.

3.2 Características fisicoquímicas

Las técnicas fisicoquímicas nos permiten conocer la información necesaria que nos permita y la variable que esta fuera de orden para controlarla y con ello garantizar la calidad del producto. Como también tiene que existir una reproducibilidad en la propiedad que se mide. Para esta investigación se determinaron las siguientes características:

3.2.a Humedad

3.2.b pH

3.2.c Residuo no soluble (NSR)

3.2.d Dióxido de azufre

3.2.e Proteínas

3.2.f Grasas

3.2.g Cenizas

3.2.h Pasante malla

3.2.a Determinación de humedad

Es conocida como una variable física definida formalmente como la cantidad de agua presente o absorbida en un sólido. Se puede expresar tanto en base húmeda como en base seca. (Barrios 1989).

3.2.a.1 Principio del análisis

Es la determinación de la pérdida de peso, mediante secado en estufa, bajo condiciones específicas de tiempo y temperatura. Tiene por referencia, el Manual de Métodos de Análisis de C.P.I. Método M50. Fecha Marzo 2007

3.2.a.2 Materiales

- Cápsulas de aluminio con tapa, previamente secadas destapadas en estufa de vacío a 100-120°C por una hora
- Cucharilla metálica
- Desecador con sílica gel regenerada (Regeneración: seque a estufa a vacío entre 115 a 120 °C hasta que se torne azul, color que indica que la misma está apta para su uso. Colores diferentes indicarán que requiere regeneración o cambio).
- Equipo de Protección Personal (EPP): Guantes térmicos

3.2.a.3 Equipos

- Balanza analítica, con ± 0.0001 g de resolución
- Bomba de vacío
- Estufa de vacío: Capaz de calentar a 150 °C, dar vacío a 30 pulgadas de mercurio y mantener, internamente, constante y uniforme la temperatura a ($\pm 1^\circ\text{C}$). Para la estufa ISOTEMP (VACUUM OVEN) FISHER SCIENTIFIC la presión máxima es 28 pulgadas de mercurio.

3.2.a.4 Técnica

1. Verificar que las capsulas pasen una hora, en la estufa con una temperatura de 120 °C.
2. Colocar en el desecador las capsulas, hasta que alcancen temperatura ambiente.
3. Colocar la capsula destapada en la balanza analítica y tare.
4. Pesar alrededor de 5 ± 0.01 g de muestra.

5. Anotar el peso de la muestra con cuatro (4) decimales en el reporte correspondiente. (Peso de la muestra)
6. Tare la cápsula con la muestra y anote el peso con cuatro (4) decimales. (Peso de capsula con muestra).
7. Luego se tapa la capsula para evitar que la muestra absorba humedad.
8. Se coloca la capsula destapada en la estufa y se enciende la bomba de vacío. La temperatura de la estufa debería ser de 120 °C con un tiempo de 4 horas. El tiempo y la temperatura es el mismo para el almidón regular y para los productos de nutrición animal.
9. Al transcurrir el tiempo se apaga la bomba de vacío 15 minutos antes que se cumpla el tiempo de secado.
10. Cuando el vacío esté eliminado, se extrae la cápsula de la estufa con una pinza metálica y tape para evitar que la muestra absorba humedad. (Use su EPP)
11. Las capsulas son colocadas en el desecador para que se enfríe (hasta que alcance temperatura ambiente).
12. El último paso consiste en pesar la capsula y anotar el peso con cuatro (4) decimales. (Peso Resisuo).
13. Se aplica la siguiente fórmula para la obtención de la humedad

$$\text{Humedad, \%} = \frac{\text{peso de cápsula con muestra} - \text{peso de capsula con residuo} \times 100}{\text{peso de muestra}}$$

3.2.b Determinación del pH

Es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia por lo general en su fase líquida. El pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia, iones hidronio $[\text{H}_3\text{O}^+]$ presentes en determinadas sustancias. Federico K (1968)

3.2.b.1 Principio del análisis

Es la determinación del pH de muestras líquidas o en solución, midiendo la concentración del ión hidrógeno mediante un pH metro. El método utilizado es el de COVENIN. 1315-79. Alimentos. Determinación del pH. (Acidez iónica). Y el Manual de Métodos de Análisis de C.P.I. Método. P40. Fecha Marzo 2006

3.2.b.2 Materiales

- Beaker de 400 ml.
- Papel de filtro Whatman N° 5 o equivalente
- Cilindro graduado de 100 ml.
- Cilindro graduado de 250 ml.
- Electrodo con protección plástica.

3.2.b.3 Reactivos

- Solución buffer pH 4
- Solución buffer pH 7
- Agua destilada purificada (pH alrededor de 6)

3.2.b.4 Equipos

- Balanza Semi-Analítica, con $\pm 0,01$ g. de precisión.
- Electrodo.
- pH-metro, con 0.01 de resolución.
- Plancha magnética con agitación.

3.2.b.5 Técnica

1. Ajustar el pH-metro.
2. Preparar la muestra, agregando 50 gr de muestra y 245 ml de agua destilada.
3. Se homogeniza la muestra con el agitador magnético.
4. La muestra se coloca en el pH-metro y se espera hasta que el valor no varíe. Se anota el valor de la muestra.
5. Retire el electrodo de la muestra y enjuáguelo con agua destilada.

6. Retorne el equipo a la posición “Stand by”.

3.2.c Determinación de residuo no soluble (NSR)

El objetivo de este análisis es Determinar la cantidad de Residuo No Soluble (NSR por sus siglas en inglés “NONSOLUBLE RESIDUE”) mediante evaluación visual a muestras en disolución. Este método esta por referencia en el Manual de Métodos de Análisis de CPI. Método. N30. Fecha marzo 2007.

3.2.c.1 Materiales

- Beaker de 400 ml.
- Cilindro graduado de 250 ml.
- Agitador magnético.
- Agua destilada

3.2.c.2 Técnica

1. Es la misma técnica que la determinación de pH. Difiere en dejar reposar la muestra por lo menos 5 minutos.
2. Luego cuente el número de puntos negros.
3. Reporte el NSR con la letra que corresponda, de acuerdo a la tabla de criterios.

Tabla 2.
Criterios para el residuo no soluble

Muestra		“A”	“B”	“C”
Almidón regular de maíz	Grado alimenticio	Hasta 02	03 - 04	Mayor de 04
	Grado no alimenticio	Hasta 04	05 - 08	Mayor de 08

Fuente: Manual de Métodos de Análisis de CPI. Método N30

3.2.d Determinación del dióxido de azufre

Se emplean generalmente para conservar los alimentos. Aunque el dióxido de azufre tiene actividad microbiana, también se utiliza como antioxidante de ciertos alimentos. Se considera que el dióxido de azufre como un veneno enzimático, que impide el crecimiento de microorganismo por la inhibición de las enzimas esenciales y mayormente se utilizan para ablandar el maíz en el proceso de molienda. Moreno B y demás (1983); Hosney Carl (1991).

3.2.d.1 Principios del análisis

Para este análisis lo que se busca es la cantidad libre de Dióxido de Azufre total como SO_2 por titulación iodo métrica. Todo ello mediante la referencia del Manual de Métodos de análisis de C.P.I. Método. S120. Fecha Agosto 2006.

3.2.d.2 Materiales

- Agitador magnético.
- Bureta automática ámbar de 25 ml, clase B, de resolución 0.1 ml
- Bureta automática ámbar de 50 ml, clase B, de resolución 0.1 ml
- Beaker de 600 ml
- Pipeta volumétrica de 50 ml; clase A

3.2.d.3 Reactivos

- Agua Destilada con pH entre 4.8 – 6.2
- Solución de Iodo 0.1000 ± 0.0020 N (1 ml = 0.0032 g SO_2).
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4), 1:3 (v/v) al 9 N
- Indicador de Almidón al 1 % p/v.

3.2.d.3 Técnica

1. Es la misma técnica que la determinación de pH.
2. Difiere en la muestra se filtra con una bomba de vacío, para filtrar aproximadamente 100ml de volumen de muestra.
3. Se le agrega a la muestra ya filtrada, 5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 2 ml de indicador de Almidón.
4. Luego se titula con una solución de Iodo al 0,01 N hasta obtener un color azul que persista por un minuto y se anota el volumen de la titulación.

5. Con el volumen de titulación se calcula la cantidad de dióxido de azufre en la muestra de almidón.

$$\text{SO}_2, \text{ ppm} = \frac{(\text{Vt}) \times \text{N} \times 0.032 \times 1000000}{\text{Peso de muestra, g} \times \frac{100 \text{ ml}}{250 \text{ ml}}}$$

Donde:

Vt = Volumen de lodo al 0.0100 N, gastado en la titulación (ml).

N = Normalidad del lodo.

Constante: Peso equivalente del SO₂ = 0.032

3.2.e Determinación de proteínas

Son grandes unidades estructurales de monómeros que están constituidas por elementos como el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y casi todas poseen también azufre. Prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la presencia o la actividad de este tipo de moléculas. Salvador B (2006).

3.2.e.1 Principio del análisis

Este análisis lo que quiere es, determinar el porcentaje de proteínas contenido en muestras orgánicas, a partir del nitrógeno obtenido mediante el método kjeldahl. El método utilizado es el Covenin 1195-80. Alimentos. Determinación de nitrógeno. Método de kjeldahl.

3.2.e.2 Materiales

- Balones kjeldahl de 800 ml
- Beaker de 600 ml
- Buretas graduadas de 50 ml
- Cilindro graduado de 250 ml
- Espátula o cuchara metálica
- Erlenmeyer de 250 ml
- Equipo de Protección Personal: careta y/o lente de seguridad, delantal antiácido y guantes de neopreno.
- Matraces de fondo plano de 500 ml

- Papel de filtro N° 2 diámetro 9 cm
- Pipeta graduada de 10 ml
- Pipeta graduada de 25 ml
- Tapones de goma N°: 7 y 8
- Tubos digestores de 250 ml

3.2.e.3 Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado 36 N al 98% de pureza (H_2SO_4)
- Hidróxido de sodio concentrado 12.5 N, al 50% de pureza (NaOH)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 N.
- Hidróxido de sodio 0.1N. (NaOH).
- Ácido Bórico 4% p/v con indicador combinado
- Indicador Fenolftaleína al 1 % p/v
- Catalizador: Sulfato de Potasio con Sulfato de Cobre.

NOTA: El Sulfato de Cobre puede ser sustituido por el Selenito de Cobre.

3.2.e.4 Equipos

- Aparato kjeldahl con combinación de unidades de digestión y destilación.
- Balanza analítica, con ± 0.0001 g de resolución
- Equipo digestor Foss.
- Molino Wiley.

3.2.e.5 Técnica

1. En un papel de filtro N° 2 diámetro 9 cm pesar la cantidad según sea la muestra. Si es la Almidón seco de Maíz se pesa 5gr de muestra anotando con 4 cifras decimales, mientras si son productos de alimentación animal son 2 gr de muestra anotando con 4 cifras decimales.
2. Se transfiere la muestra ya pesada a un balón kjeldahl.
3. Se le agrega aproximadamente 1,3 gr de catalizador.
4. Se le añade Acido Sulfúrico (H_2SO_4) al 98% según sea la muestra. Si es la Almidón seco de Maíz se pesa 50 ml y si son productos de alimentación animal sería 30 ml.

5. Se enciende la unidad de digestión (Aparato kjeldahl) y se coloca el balón kjeldahl.
6. Dejar digerir aproximadamente por dos horas. Hasta que la muestras se torne de color verde esmeralda a transparente.
7. Se añade 30 ml de Ácido Bórico al 4% p/v, a un matraz de fondo plano de 500 ml (matraz receptor)
8. Al balón kjeldahl luego de estar en reposa se le añade: 400 ml de agua corriente, 5 gotas de Fenolftaleína al 1 % y unas perlas de zinc.
9. Añada la cantidad aproximada de 75 ml de Hidróxido de sodio (NaOH) 50 % hasta obtener el cambio de color a rosa. En este paso colocarse guantes, delantal antiácido y careta.
10. Encienda el Aparato kjeldahl. Destile la muestra (balón kjeldahl) y recoja con el matraz receptor aproximadamente 250 ml.
11. Retire el matraz receptor y titule con Acido Sulfúrico H₂SO₄ 0.1 N, hasta coloración gris plomo.
12. Con el volumen de titulación se calcula el porcentaje de proteína en la muestras

$$\% P = \frac{(Vt) \times 0.14 \times 6.25}{\text{Peso de Muestra (g)}}$$

Donde:

Vt : Titulo de H₂SO₄ (ml) en la muestra

El % de Proteínas = % Nitrógeno x 6.25; Siendo 6.25 = Factor de Proteínas para Maíz y sus derivados.

3.2.f Determinación de grasa

Son un conjunto de moléculas orgánicas, compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, que tienen como característica principal el ser hidrofóbicas o insolubles en agua y sí en disolventes como la bencina, el alcohol, el benceno y el cloroformo. Salvador B (2006).

3.2.f.1 Principios del análisis

El objetivo de este análisis es Determinar la cantidad de sustancias extraíbles (grasas) en las condiciones de prueba, que son solubles en un disolvente de extracción. Tiene por referencia, la Norma COVENIN 3218:1996. Alimentos. Determinación de la grasa libre.

3.2.f.2 Materiales

- Agitador magnético.
- Balón de extracción, base plana boca esmerilada de 250 ml con junta 24/40
- Embudo mediano de plástico.
- Dedales de Celulosa para extracción de grasa, de 22 x 80 mm y de 33 x 80 mm.
- Pinzas para condensadores
- Soporte Universal
- Manguera de goma resistente a altas temperaturas
- Condensador "HOPKINS" o "JACKET" con junta Ts45/50 de 200 mm de longitud.
- Conector "SOXHLET" tipo "T" con articulaciones 45/50 arriba y 24/40 abajo
- Papel de filtro GF/C N° 2. diametro 9 cm
- Beaker de 80 ml
- Desecador con silica-gel.

3.2.f.3 Reactivos

- Hexano grado reactivo

3.2.f.4 Equipo

- Balanza analítica, con ± 0.0001 g de resolución
- Estufa de vacío: capaz de calentar a 100 °C, ($\pm 1^\circ\text{C}$).
- Molino manual.
- Equipo SOX THERM (Automático) para determinación de grasa.

3.2.f.5 Técnica

1. Secar el balón de extracción en estufa al vacío a 100 °C por una hora. Luego enfríe en desecador y anotar el peso con 4 cifras decimales. Registre el dato.
2. Moler las muestras en el molino manual a aproximadamente 100 gr de muestra.
3. En un el papel de filtro debe pesar 2,0 gr de la muestra anotando con 4 cifras decimales.
4. Llenar el balón de extracción alrededor de $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad con el solvente (Hexano grado reactivo).
5. La muestra se coloca en el dedal pequeño, invierta e introduzca dentro del dedal grande, y coloque en el conector "SOXHLET" al balón con el solvente.
6. Conectar el dedal al condensador. Abra la llave de reflujo de agua y encienda el equipo de calentamiento. El tiempo de extracción es de 16 horas.
7. Al finalizar el tiempo de extracción. Desacople el conector del balón y del condensador, vacíe el solvente remanente en este en un frasco de "Solvente Recuperado".
8. Ya vaciado el solvente del condensador, coloque el balón con la grasa extraída en estufa a vacío a 100 °C por una hora.
9. Transcurrido ese tiempo, saque el balón de la estufa, enfríe en desecador y anotar el peso con 4 cifras decimales.
10. Despeje en la fórmula para obtener el porcentaje de grasa en la muestra

$$\% \text{ de Grasa (b.h.)} = \frac{\text{peso del balón con residuo de grasa} - \text{peso de balón vacío} \times 100}{\text{peso de muestra}}$$

3.2.g Determinación de cenizas

Son el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias como materia orgánica y sales minerales. Las cenizas se expresan en % en peso que ha quedado luego de la incineración. El contenido de ceniza puede variar dependiendo de la fuente de materia prima. Boatella J (2004).

3.2.g.1 Principios del análisis

El objetivo de este análisis es determinar el contenido de materia inorgánica (cenizas) en muestras que lo requieran, mediante incineración en mufla, bajo condiciones específicas de tiempo y temperatura. El método utilizado es el COVENIN 1783-81 Productos de Cereales y Leguminosas, determinación de Cenizas.

3.2.g.2 Materiales

- Capsulas de porcelana de 100 ml de capacidad, resistentes a temperaturas mayores de 1000 ° C.
- Desecador con sílica gel
- Guantes resistentes a temperaturas mayores de 1000 ° C.
- Pinza metálica larga

3.2.g.3 Equipo

- Balanza analítica, con ± 0.0001 g de resolución
- Mufla eléctrica, capaz de operar continuamente hasta 1000 ° C.

3.2.g.4 Técnica

1. Encender la mufla y coloque la temperatura de 550 ° C. Coloque el crisol que se utilizara en la mufla durante 1 hora.
2. Deje enfriar el crisol dentro del desecador hasta temperatura ambiente.
3. Pesar el crisol vacío y anote con 4 cifras decimales. Tare.
4. Pesar 5 gr de muestra y anote con 4 cifras decimales. Tare.
5. Introducir Introduzca el crisol en la mufla y cierrar.
6. Incinerar hasta obtener unas cenizas libres de carbón (gris claro a blanco), aproximadamente por 4 horas.
7. Transcurrido el tiempo coloque el crisol con residuo en el desecador. Enfríe hasta temperatura ambiente.
8. Pesar el crisol con residuo y anote el resultado con cuatro (4) cifras decimales
9. Calcular el porcentaje de cenizas, de acuerdo con la formula.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso crisol con residuo} - \text{Peso crisol vacío}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

3.2.h Determinación de pasante malla

El pasante malla tiene como objetivo determinar el tamaño de las partículas presentes en la muestra. La referencia es el Manual de Métodos de Análisis de CPI. Método. A90. Fecha Junio 1993.

3.2.h.1 Materiales

- Cucharilla metálica
- Tamiz US 140 (0,104 mm)
- Cronometro.

3.2.h.2 Equipos

- Balanza analítica con ± 0.0001 g de resolución.
- Vibradora de Tamiz RX-29

3.2.h.3 Técnica

1. Se Tara el tamiz US 140 y pesa 100 gr de la muestra en el tamiz US 140.
2. Se Colocarlo en el equipo vibrador y se deja allí por 10 min.
3. Luego de transcurrir el tiempo apague el equipo.
4. Se pesar el tamiz superior y anota el peso.
5. Se calcula el porcentaje de pasante malla, mediante la formula

$$\% \text{ Pasante Malla} = 100 - \text{Peso Residuo}$$

3.3 Características microbiológicas

Los métodos utilizados para el aislamiento y recuento de los microorganismos presentes en los alimentos requieren el tratamiento para liberar en un medio fluido aquellos microorganismos que puedan estar presentes en el interior del alimento. Dichos métodos deben proporcionar las bases necesarias para emitir, desde el punto de vista legal, dictámenes sobre la calidad y seguridad microbiológica de los alimentos. En el desarrollo de este trabajo se determinaron las siguientes características:

3.2.a Bacterias Aeróbicas Mesófilas.

3.2.b Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

3.2.c Hongos y Levaduras.

3.2.d Salmonellas.

3.2.e Aflatoxinas por el método de Elisa.

3.2.a Determinación de Bacterias Aeróbicas Mesófilas

Son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas características térmicas intermedias. El número de microorganismos aerobios mesófilos encontrados en un alimento han sido uno de los indicadores microbiológicos de calidad de los alimentos más utilizados pues indica si la limpieza, la desinfección, transporte y el control de la temperatura durante el proceso industrial, se realizó de manera adecuada. Frazier W (1976); Moreno B y demás (1983).

El método utilizado por la compañía INDELMA es: el método de inoculación con medios de cultivos apropiados. (Norma COVENIN 902-87).

3.2.a.1 Materiales

- Cajas en acero inoxidable de 42 x 5 cm para esterilizar pipetas.
- Cápsulas de Petri desechables, 100 X 15 mm.
- Cucharas esterilizables
- Fiolas de 250 ml de capacidad con tapa de rosca.
- Frascos de dilución de 160 ml de capacidad.
- Frascos de vidrio esterilizable de 500 ml, que se acople a la base de la licuadora
- Gradilla para tubos de ensayo de 150 x 16 mm.
- Papel de aluminio
- Pipetas de 1.0 y 2.0 ml de capacidad, de resolución 0.01 ml.
- Pipetas de 10.0 de ml, de resolución 0.1
- Tubos de ensayos 150 X 16 mm, con tapas de rosca.

3.2.a.2 Reactivos

- Agar Plate Count (PCA)
- 2,3,5 Trifenil tetrezolio cloruro

- Agua Peptonada al 0,1% (Agua de dilución).

3.2.a.3 Equipos

- Autoclave vertical eléctrica para procesos de esterilización por vapor húmedo. Debe asegurar que se alcance y se mantenga una temperatura de 121 °C. Debe disponer de control de temperatura.
- Balanza Semianálitica de resolución 0.01g
- Baño de María con termorregulación.
- Campana de flujo laminar
- Contador de colonias
- Estufa de 180 a 200 °C para esterilizar
- Incubadora de 35 ± 0.5 °C de temperatura.
- Licuadora
- Mechero.
- Refrigerador

3.2.a.4 Técnica

1. Identificar las placas de Petri con el número de la muestra y la dilución.
2. Se pesa 10 gr de la muestra y se le añade 90 ml de agua Peptonada al 0,1%. Mezclar con movimientos envolventes hasta homogenizar la solución. Dejar reposar por 5 min.
3. Se pipetea 1 ml de cada dilución por duplicado y transfiera a placas de Petri (dilución 10^{-1} de la muestra).
4. Vertir a cada placa aproximadamente 15 ml de Agar PCA que contenga el indicador 2,3,5 trifenil tetrazolio cloruro, mezcle con movimientos de rotación de las placas (hacia la derecha y hacia la izquierda), seguido de un movimiento de vaivén (desde arriba hacia abajo y de derecha a izquierda) y deje solidificar.
5. Incubar las placas en posición invertida de 35 ± 1 °C de temperatura, por 48 ± 3 h.
6. Transcurrido el tiempo cuente el número de colonias y promedie el conteo de las dos placas (Ver Tabla Criterios para contar placas)

Tabla 3
Criterios para contar placas

1. Diluciones consecutivas donde una sola placa presenta 25 a 250 colonias
<p>1.1. Cuento todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante.</p> <p>1.2. Registre el número total de colonias contadas y la dilución.</p>
2. Diluciones consecutivas con placas duplicadas: Las placas del par duplicado con 25 a 250 colonias
<p>2.1. Cuento todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante por cada placa y promedie los conteos.</p>
3. Diluciones consecutivas con placas duplicadas: Una sola placa del par duplicado tiene 25 a 250 colonias
<p>3.1. Cuento todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante por cada placa y promedie los conteos.</p>
4. Diluciones consecutivas con placas duplicadas: Todas con 25 a 250 colonias
<p>4.1. Cuento todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante por cada placa.</p> <p>4.2. Promedie los conteos por g para cada dilución.</p> <p>4.3. Efectúe la relación del resultado entre la dilución mayor y la menor, si es igual o mayor a 2 descarte el conteo de la dilución mayor y reporte el de la dilución menor como ufc por g. Si es menor realice el reporte como indica el punto 4.2.</p>
5. No hay placas con 25 a 250 colonias: Una o más placas tienen más de 250 colonias y/o menos de 25 colonias.
<p>5.1. Descarte las placas que tengan menos de 25 colonias</p> <p>5.2. Seleccione la(s) placa(s) que tengan lo más cercano a 250 colonias.</p> <p>5.3. Cuento colonias en porciones de la placa que son representativas de la distribución de colonia para estimar el conteo de colonias aerobias:</p> <p>5.3.1. <u>Si hay menos de diez (10) colonias por cm²</u>: cuente las colonias en 12 cm², seleccionando seis cuadrados consecutivos horizontalmente a través de la placa y seis cuadrados consecutivos en ángulos rectos, cuide de no contar un cuadrado más de una vez.</p> <p>5.3.2. <u>Si hay más de diez (10) colonias por cm²</u>: cuente las colonias en cuatro (4) cuadrados representativos.</p> <p>5.4. Multiplique el número promedio de colonias por cm² por el área de la placa, para determinar el número estimado de colonias por placa. Nota: El factor adecuado para la multiplicación, considerando el área de una placa plástica de Petri estándar de 15 x 100 mm, es aproximadamente 56 cm², y en consecuencia, el factor apropiado es 56. Chequee en su laboratorio el área de la placa.</p>
6. Todas las placas tienen menos de 25 colonias
<p>6.1. Cuento todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante por cada placa.</p> <p>6.2. Registre el número real de colonias en la dilución más baja.</p> <p>6.3. Reporte el conteo estimado como ufc est. por g.</p>
7. Placas sin Colonias (no se han detectado sustancias inhibidoras)

7.1. Reporte el conteo estimado como menos de (<) el inverso de la dilución más baja correspondiente.

Fuente: COVENIN 902-87.

3.2.b Determinación de Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

Son todos aquellos bacilos no formadores de esporas, gramnegativos, aeróbicos o facultativamente anaeróbicos, que fermentan la lactosa con formación de gas antes de 48 a 35 horas. Una definición alternativa incluye a todos los organismos que producen colonias sobre agar de eosina-azul de metileno, las cuales presentan un brillo metálico color verde amarillento antes de las 24 horas de incubación a 35-37 °C. El número de bacterias Coliformes, tienen mucha importancia en la industria alimentaria por servir como indicadores de la contaminación en los alimentos y en el agua. El coliforme que comúnmente se quiere su confirmación es *Escherichia coli*. Frazier W (1976); Moreno B y demás (1983).

La compañía INDELMA utiliza: la técnica del numero mas probable (NMP), mediante la siembra de la muestra original o en dilución, en un medio selectivo líquido repartido en tubos de ensayos. (COVENIN N° 1104-1996).

3.2.b.1 Materiales

- Asa de inoculación, con alambre de platino de 3 mm de ancho.
- Caja en acero inoxidable con tapa, de 42 x 5 cm, para esterilizar pipetas.
- Cucharas esterilizables.
- Espátulas de acero inoxidable.
- Frascos de dilución de 160 ml de capacidad
- Gradillas para tubos de ensayo de 150 x 16 mm Placas Petri (vidrio y/o desechables) 100 x15 mm.
- Pipeta de 1.0 ml de capacidad, de resolución 0.01 ml.
- Pipeta de 10.0 ml de capacidad, de resolución 0.1 ml
- Tubos de Durham o de Fermentación.
- Tubos de ensayo de 150 X 16 mm con tapa.

3.2.b.2 Reactivos

- Agua Peptonada al 0,1 % (agua de dilución).

- Agar Levine
- Agar Mac Conkey
- Agar Plate Count (PCA) o Agar Nutritivo
- Caldo Lactosa Bilis Verde Brillante al 2% (LBVB)
- Caldo Lauril Sulfato Triptona (LST) Caldo para Enriquecimiento de Coliformes (EC)
- Solución fisiológica estéril al 0.85 %

3.2.b.3 Equipos

- Autoclave vertical eléctrica para procesos de esterilización por vapor húmedo. Debe asegurar que se alcance y se mantenga una temperatura de 121 °C. Debe disponer de control de temperatura.
- Balanza Semianalítica de resolución 0.01 g.
- Baño de María con termostatación para mantener temperatura 45.5 ± 0.2 °C.
- Incubadora de 35 ± 0.5 °C de temperatura.
- Licuadora.
- Mechero.
- Placas
- Refrigerador
- Termómetro graduado con escala de 0 a 100°C.

3.2.b.4 Técnica

1. Prepare 3 tubos de Durham con caldo LST
2. Se pesan 10 gr de la muestra y se le añade 90 ml de agua Peptonada al 0,1%. Mezclar con movimientos envolventes hasta homogenizar la solución. Dejar reposar por 5 min.
3. Se pipetea 1ml de la dilución y transferir a cada uno de los 3 tubos de Durham que contengan 10 ml de caldo LST (dilución 10^1 de la muestra).
4. Luego se incuban los tubos de Durham a $35 \pm 0,5$ °C de temperatura por 24 a 48
5. Si no se observa si en el centro del tubo de Durham la presencia de gas. Se puede afirmar que no existen Coliformes de ningún tipo.

6. En caso confirmativo se toma una asada y se repica los tubos de Durham en placas de petri con el caldo Lactosa Bilis Verde Brillante al 2% (LBVB) y con Agar Levine ó con Agar Mac Conkey, se encuba en la estufa por 35°C X 24 a 48 h. Trascurrido el tiempo se observará la presencia de Coliformes.

7. En caso confirmativo se toma una asada y se repica los tubos de Durham en placas de petri con el Caldo para Enriquecimiento de Coliformes (EC) y con Agar Levine ó con Agar Mac Conkey. Las placas se encuba invertidas en baño de maría por 45.5 ± 0.2 °C X 48 h. Realizar una coloración Gram a cada cultivo para identificar E. coli y observe al microscopio las características morfológicas: bacilos Gram negativos, cortos anasporados.

8. Expresion de los resultados

a. Ubique el número de tubos positivos de acuerdo a la dilución en la tabla de NMP que corresponda (Tabla del NMP) y reporte el resultado.

b. Exprese el resultado NMP de Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Escherichia coli por mililitro o por gramo, según la muestra haya sido medida o pesada.

c. Si no se emplea volúmenes correspondientes a aquellos expresados en la tabla (0.1, 0.01 y 0.001ml) el resultado se debe multiplicar por la dilución intermedia y dividirse por 100.

$$\text{NMP} \begin{array}{l} / \\ \text{g} \end{array} \text{ ó ml} = \frac{\text{N}^\circ \text{ obtenido en la tabla} \times \text{dilución intermedia}}{100}$$

Tabla 4
Número Más Probable

Número de Tubos Positivos / 3 tubos			NMP/ g	Límites (95 % de seguridad)	
0.1	0.01	0.001		Más bajo	Más alto
0	0	0	< 3	-	-
0	1	0	3	<1	17
1	0	0	4	<1	21
1	0	1	7	2	27
1	1	0	7	2	28
1	2	0	11	4	35

2	0	0	9	2	38
2	0	1	14	5	48
2	1	0	15	5	50
2	1	1	20	7	60
2	2	0	21	8	62
3	0	0	23	9	130
3	0	1	39	10	180
3	1	0	43	10	210
3	1	1	75	20	280
3	2	0	93	30	380
3	2	1	150	50	500
3	2	2	210	80	640
3	3	0	240	90	1400
3	3	1	460	100	2400
3	3	2	1100	300	4800

Fuente: COVENIN N° 1104-1996

3.2.c Determinación de Hongos y Levaduras.

Los hongos han adquirido la capacidad de poder desarrollarse en cualquier sustrato y bajo condiciones climáticas diversas. Modificando las características del alimento como también, su metabolismo al ser capaces de iniciar la formación de metabolitos secundarios que producen toxinas en los alimentos, estos son los que causan enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA). Las levaduras son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono para la obtención de bebidas alcohólicas, pan, antibióticos. Es por ello que su identificación es vital en la industria de alimentos. Frazier W (1976); Jay J (1978).

La compañía INDELMA utiliza, el Método para recuento de mohos y levaduras. (Norma COVENIN 1337-90).

3.2.c.1 Materiales

- Cápsulas de Petri plásticas desechable, 100 X 15 mm.

- Cucharillas de acero inoxidable pequeñas, estériles
- Frascos de dilución de 160 ml de capacidad, estériles.
- Frascos de vidrio de 500 ml, que se acople a la base de la licuadora, estériles
- Pipetas de 1.0 y 2.0 ml de capacidad, de resolución 0.01 ml esterilizadas, en porta pipetas
- Pipetas de 10.0 de ml, de resolución 0.1 esterilizadas, en porta pipetas

3.2.c.2 Reactivos

- Agar Glucosado de Papa (PDA).
- Solución de Ácido Tartárico Estéril al 10%.
- Agua Peptonada al 0,1% (Agua de dilución).

3.2.c.3 Equipos

- Balanza Semi-análítica de resolución 0.01g
- Baño de María con termorregulación.
- Campana de flujo laminar
- Contador de colonias
- Incubadora de 22 a 25 °C de temperatura.
- Licuadora
- Mechero.

3.2.c.4 Técnica

1. Identificar las placas de Petri con el número de la muestra y la dilución.
2. Prepare el análisis pesando 10 gr de la muestra y se le añade 90 ml de agua Peptonada al 0,1%. Mezclar con movimientos envolventes hasta homogenizar la solución. Dejar reposar por 5 min.
3. Se pipetea 1 ml de cada dilución por duplicado y transfiera a placas de Petri (dilución 10^{-1} de la muestra).
4. Se vierte a cada placa de petri aproximadamente 15 ml de Agar (PDA), se mezcla y esperar hasta solidificar. Nota: Realice la mezcla con movimientos de rotación de las placas (hacia la derecha y hacia la izquierda), seguido de un movimiento de vaivén (desde arriba hacia abajo y de derecha a izquierda).

5. Incubar las placas de 22 a 25 °C de temperatura, por 4 días ± 3 h, sin invertir las placas.

6. Se cuenta el número de colonias hongos y levaduras por separado, en aquellas placas que muestren de 10 a 100 colonias y promedie el conteo de las dos placas (Ver Tabla. Criterios para contar placas).

a) Para contar Hongo: Use la placa que tenga el máximo número de colonias y cuyas superficies no estén completamente cubiertas con hongos y/o donde cada superficie individual y sub-superficie de colonias de hongos sea discernible.

b) Para contar Levadura: Cualquier placa que contenga no más de 100 colonias y preferiblemente no menos de 10 colonias donde sea posible. La levadura puede estar sujeta a interferencia de hongo, etc. Si es así, cuente las placas donde las colonias de levadura sean más discernibles.

Nota: Si el número de hongos y levaduras es demasiado elevado o si se trata de hongos de crecimiento rápido, debe hacerse el recuento al tercer día y repetirlo al quinto día.

7. Debe evitarse contar como colonias; partículas de muestra, pequeñas burbujas u otros.

Tabla 5
Criterios para Contar Placas

1. Placas de todas las diluciones tienen más de 100 colonias
1.1 Seleccione aquellas que tengan el valor más cercano a 100.
1.2 Registre el número total de colonias contadas y la dilución.
2. Placas de todas las diluciones tienen menos de 10 colonias
2.1 Seleccione aquellas que tengan el valor más cercano a 10.
2.2 Registre el número total de colonias contadas y la dilución.
3. Placas duplicadas de una misma dilución
3.1 Cuente todas las colonias por cada placa y promedie los conteos.
4. Diluciones consecutivas con placas duplicadas: Todas con 10 a 100 colonias
4.1 Cuente todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante por cada placa.
4.2 Promedie los conteos por g para cada dilución.
4.3 Efectúe la relación del resultado entre la dilución mayor y la menor, si es igual o mayor a 2 descarte el conteo de la dilución mayor y reporte el de la dilución menor como ufc por g. Si es menor realice el reporte como indica el punto 4.2.
5. Todas las placas tienen menos de 10 colonias

5.1	Cuente todas las colonias incluyendo aquellas de tamaño insignificante por cada placa.
5.2	Registre el número real de colonias en la dilución más baja.
5.3	Reporte el conteo estimado como ufc est. por g.
6.	Placas sin Colonias (no se han detectado sustancias inhibidoras)
6.1	Reporte el conteo estimado como menos de (<) el inverso de la dilución más baja correspondiente.

Fuente: COVENIN 1337-90

3.2.d Determinación de Salmonellas.

Es un género de bacteria que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos gramnegativos. Los organismos de este género son positivos a la catalasa y negativo a la oxidasa, con metabolismo respiratorio y fermentativo. La mayoría son móviles (flagelos periticos), no fermentan la lactosa y crecen en medios sencillos con glucosa, nitrógeno inorgánico y sales minerales. Todas las salmonellas son consideradas patógenas para el hombre. La única vía de entrada de estos microorganismos en el cuerpo humano es la oral, por lo que es de suma importancia el análisis de los alimentos para detectar su presencia. Se precisa realizar en etapas sucesivas el aislamiento e identificación, debido a que el microorganismo se encuentra por lo general presente en bajo número, algunas veces debilitado por los procesos tecnológicos que son sometidos los alimentos o por la presencia de un número mayor de otros miembros de la familia Enterobacteriaceae u otras familias. Moreno B y demás (1983); Frazier W (1976); Jay J (1978).

El método utilizado por las industrias del maíz es la Norma COVENIN N° 1291-88. Alimentos. Aislamiento e Identificación de Salmonella. (1ra. Revisión).

3.2.d.1 Materiales

- Asa de inoculación recta de alambre de platino.
- Bolsas plásticas de \pm 500 g de capacidad
- Cajas de pipetas en acero inoxidable
- Cápsulas de Petri: desechable, 100 X 15 mm
- Cucharillas pequeñas de acero inoxidable, estériles
- Frascos de dilución de 160 ml de capacidad.
- Fiolas de 500 y de 1000 ml de capacidad con tapa de rosca o torunda estéril.

- Espátulas de acero inoxidable
- Gradillas para tubos de ensayo de 150 x 16 mm
- Lápiz de cera para rotular
- Pipetas de 1.0 ml y de 2.0 ml de capacidad, de precisión 0,01 ml

3.2.d.2 Reactivos

- Agar Bismuto sulfito (BSA)
- Agar Brillante Phenol Lactosa - Sacarosa (BPLS)
- Agar Hierro Tres Azucres (TSI)
- Agar Plate Count (PCA)
- Agar Verde Brillante Modificado (VBM)
- Agar Xilosa-Lisina desoxicolato (XLD)
- Agua Peptonada Bufferada
- Caldo Lactosado
- Caldo Rappaport (CR)
- Caldo Selenito-Cistina (CSC)
- Caldo Tetracionato Fluido (CT)
- Safranina
- Solución acuosa de gelatinasa al 5 %
- Solución de Cristal violeta
- Solución de Iodo
- Solución de Verde Brillante al 1%
- Solución decolorante (Alcohol)
- Solución fisiológica al 0.85 %
- Sulfito de Potasio al 20 %.
- Tergitol 7 aniónico

3.2.d.3 Equipos

- Balanza Semi-analítica de resolución 0.01 g

- Baño de María con termorregulación
- Campana de flujo laminar horizontal.
- Contador de colonias
- Incubadora de ± 43 °C de temperatura.
- Incubadora de 35 a 37 °C de temperatura.
- Licuadora
- Mechero.
- Microscopio

3.2.d.4 Técnica

1. Se Identifican las placas de Petri con el número de la muestra y la dilución.
2. Se pesan 25 gr de la muestra y se le añade 225 ml de agua Peptonada al 0,1% en una Fiolas de 500ml esterilizada. Mezclar con movimientos envolventes hasta homogenizar la solución. Dejar reposar por 5 min.
3. Se encuba en La 35 - 37 °C X 18 a 24 h.
4. También se encuba dos tubos de ensayo con 10 ml de Caldo Selenito-Cistina (CSC) o Caldo Tetrionato Fluido (CT) en la estufa por 35 – 36 °C x 24 hr. Sino Caldo Rappaport (CR) en la estufa por 43 °C x 24 hr.
5. Luego de culminar el periodo de incubación, agite las muestras, tome usa asada y estríe sobre las placas que contiene agar Agar Verde Brillante Modificado (VBM); Agar Xilosa-Lisina desoxicolato (XLD); Agar Bismuto sulfito (BSA) o Agar Brillante Phenol Lactosa - Sacarosa (BPLS).
6. Se Incuba las placas placas petri en la estufa por 35 a 37 °C por 24 h.
7. Si no se observa ninguna colonia. Se puede afirmar que no hay presencia de salmonellas.
8. En caso confirmativo se Incube los tubos de ensayo con Agar Hierro-Tres Azucres (TSI) con uno de los tubos ensayos, en la estufa a una temperatura de 35 a 37 °C por un período de 24 hr.

- 8.1 Estríar una asada del cultivo del tubo TSI en PCA o Agar Nutritivo.
 - 8.2 Incubar a 35 –37 °C por 18 a 24 hr, para obtener cultivos puros.
 - 8.3 Realizar una coloración Gram para constatar la presencia de bacilos cortos pleomorficos, Gram negativos.
9. Indique presencia o ausencia de Salmonella.

3.2.e Determinación de aflatoxinas

Las aflatoxinas son hongos (micotoxinas) que debido a su proporción en los alimentos pudieran ser mortales para el hombre y los animales que los consumen. Aunque los *Aspergillus* crecen saprofiticamente, los productos alimenticios pueden servir como sustrato, favoreciendo la presencia de estos mohos. Factores como la capacidad toxigénica del hongo, la temperatura, el tiempo, el pH, la humedad, la actividad del agua (Aw), la luz, la atmósfera de almacenamiento y factores de tipo químico como la presencia de minerales o carbohidratos, o la presencia de sustancias inhibitoras como la lactosa, pueden ayudar a crecer e incluso a producir aflatoxinas. Jay J (1978); Fernández Guillermo y otros (2000).

El método utilizado por la compañía INDELMA para la determinación de aflatoxinas es: el Método Elisa (Manual de Métodos de análisis de C.P.I. Método A15. Fecha 10/04.)

La compañía INDELMA utiliza, el Método para recuento de mohos y levaduras. (Norma COVENIN 1337-90).

3.2.e.1 Materiales

- Pocitos rojos
- Pocitos transparentes
- Papel de filtro aflautado (filtro vicam 24 cm)
- Envase de polietileno.
- Vasos precipitados desechables de plástico.
- Micropipeta volumétrica de 100 micrometros
- Kits cuantitativo de Elisa para aflatoxinas Veratox

3.2.e.2 Reactivos

- Agua destilada

- Hidróxido de sodio 3 N. (NaOH).
- Ácido clorhídrico 2 N. (HCl)
- Controladores para elisa
- Conjugado para elisa
- Solución sustrato para elisa.
- Solución de etanol al 70% (70:30)

3.2.e.3 Equipos

- Balanza semi-analítica, con ± 0.01 g. de resolución.
- Electrodo.
- pH-metro, con 0.01 de resolución.
- Lector EIA para Elisa

3.2.e.4 Técnica

1. Se pesan 10 g de muestra en envase de polietileno. Se agregan 50 ml de etanol al 70%, y agitar por 3 min.
2. Luego se filtra la muestra con un papel de filtro cónico de 24 cm (Nº 1). Recolectar lo filtrado en un vaso precipitado.
3. Se le ajusta el pH a la solución entre 6-8. Nota: Se le añade Hidróxido de sodio 0.1N. (NaOH) para subir el pH o por el contrario Ácido clorhídrico 0.2 N. (HCl) para bajarlo.
4. Se le agrega 100 microlitros de la solución controlador elisa (0,15,25 y 50 ppb) en los pocitos rojos.
5. Se adiciona 100 microlitros de la muestra, a otro pocito rojo. (previamente señalado).
6. Posteriormente se le añade 100 microlitros de la solución conjugado para Elisa a todos los pocitos rojos (Controladores y la muestra). Con la punta de la micropipeta, homogenice con agitación circular.
7. Transferir 100 microlitros de la solución a los unos pocitos transparentes. (previamente señalados). Dejar reposar por 3 minutos. Luego descarte las muestras de los pocitos transparentes.
8. Se lavan los pocitos transparentes 5 veces con agua destilada. En seguida se secan los pocitos transparentes con agitación manual.

9. Se le añade 100 microlitros de la solución sustrato y dejamos reposar por 10 min.
10. Finalmente añadimos 100 microlitros de la solución sustrato y dejamos reposar por 10 min.
11. Se limpian bien los pocitos transparentes y se llevan al equipo para su lectura.
12. Para aflatoxinas totales: se le oprimir la secuencia.

MENU  **2**  **ENTER**  **ENTER**

CAPITULO IV

4. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

En el presente capítulo se presentaran los resultados de las características tanto físicas, químicas y microbiológicas de las muestras de almidones regulares de maíz y de nutrición animal. Como también, se sustentara la información con gráficos para un mejor entendimiento de las variables analizadas. Para ello se analizaron 30 muestras de almidón de maíz y 18 muestras de nutrición animal (6 muestras de concentrin 21, 6 muestras de concentrin 60 y 6 muestras de nutricion).

Cada muestra fue la representación de un lote la nomenclatura del mismo significa **G** el año 2010, **W** el mes de enero, **A** el mes de febrero, **T** el mes de marzo.

4.1 Resultados de las propiedades físico-químicas

A continuación se representaran los resultados obtenidos, de las propiedades fisicoquímicas a las muestras analizadas a través una serie de tablas. Primeramente se observara los resultados de almidón regular de maíz y luego se presentaran los resultados de nutrición animal.

4.1.a Almidones regulares de maíz

Las propiedades fisicoquímicas a estudiar para los almidones de maíz son: Humedad, pH, residuo no soluble, dióxido de azufre, pasante malla, proteínas y cenizas. Los mismos serán presentados por las tablas del 6 al 15.

Tabla 6

Resultados de los lotes GW01, GW02, GW03.

Lote	GW01	GW02	GW03
Humedad, %	12,23	12,09	11,90
pH	5,26	5,44	5,38
Residuo No Soluble	A	A	B
Dióxido de Azufre, ppm	25,60	28,80	25,60
Pasante Malla USS 140, %	99,98	99,94	99,96
Proteínas, % (b.h.)	0,21	0,24	0,20
Cenizas, %	0,20	0,21	0,22

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 7

Resultados de los lotes GW04, GW05, GW06.

Lote	GW04	GW05	GW06
Humedad, %	12,67	12,89	12,01
pH	5,29	5,06	5,18
Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	48,00	22,40	25,60
Pasante Malla USS 140, %	99,95	99,97	99,95
Proteínas, % (b.h.)	0,23	0,22	0,18
Cenizas, %	0,19	0,20	0,18

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 8

Resultados de los lotes GW07, GW08, GW09

Lote	GW07	GW08	GW09
Humedad, %	11,23	11,43	12,80
pH	5,39	5,38	5,10
Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	25,60	16,00	12,80

Pasante Malla USS 140, %	99,94	99,96	99,94
Proteínas, % (b.h.)	0,20	0,20	0,22
Cenizas, %	0,18	0,18	0,21

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 9

Resultados de los lotes GW07, GW08, GW09

Lote	GW10	GW11	GW12
Humedad, %	11,29	11,98	12,09
pH	5,21	5,11	5,08
Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	19,20	28,80	32,00
Pasante Malla USS 140, %	99,95	99,94	99,97
Proteínas, % (b.h.)	0,19	0,21	0,18
Cenizas, %	0,18	0,18	0,20

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 10

Resultados de los lotes GA01, GW02, GW03

Lote	GA01	GA02	GA03
Humedad, %	12,65	12,02	12,06
pH	5,80	5,28	5,21
Residuo No Soluble	B	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	9,60	28,80	22,40
Pasante Malla USS 140, %	99,98	99,95	99,96
Proteínas, % (b.h.)	0,21	0,22	0,22
Cenizas, %	0,18	0,20	0,17

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 11

Resultados de los lotes GA04, GW05, GW06

Lote	GA04	GA05	GA06
Humedad, %	11,90	11,81	12,07
pH	5,03	5,20	5,31
Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	35,2	28,80	25,60
Pasante Malla USS 140, %	99,98	99,96	99,96
Proteínas, % (b.h.)	0,24	0,23	0,20
Cenizas, %	0,22	0,24	0,21

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 12

Resultados de los lotes GA07, GW08, GW09

Lote	GA07	GA08	GA09
Humedad, %	12,06	12,20	12,56
pH	5,32	5,28	5,91
Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	12,80	19,20	38,40
Pasante Malla USS 140, %	99,94	99,96	99,96
Proteínas, % (b.h.)	0,19	0,21	0,22
Cenizas, %	0,18	0,21	0,22

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 13

Resultados de los lotes GA10, GW11, GW12

Lote	GA10	GA11	GA12
Humedad, %	12,80	12,65	12,08
pH	5,51	5,28	5,21

Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	9,60	28,80	32,00
Pasante Malla USS 140, %	99,97	99,96	99,96
Proteínas, % (b.h.)	0,21	0,22	0,18
Cenizas, %	0,23	0,25	0,21

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 14

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GT02	GT03
Humedad, %	12,20	12,76	12,65
pH	5,89	5,09	5,16
Residuo No Soluble	A	B	A
Dióxido de Azufre, ppm	48,00	22,40	19,20
Pasante Malla USS 140, %	99,97	99,97	99,93
Proteínas, % (b.h.)	0,17	0,25	0,21
Cenizas, %	0,19	0,23	0,24

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 15

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GT05	GT06
Humedad, %	12,69	12,30	12,23
pH	5,02	5,20	5,21
Residuo No Soluble	A	A	A
Dióxido de Azufre, ppm	9,60	28,80	48,00
Pasante Malla USS 140, %	99,95	99,94	99,96
Proteínas, % (b.h.)	0,24	0,21	0,20

Cenizas, %	0,18	0,21	0,21
------------	------	------	------

Fuente: Castellanos, 2010.

A continuación se representaran los resultados a través de gráficos y con ellos conocer el comportamientos de los mismos. El accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende y además se le añadirá un valor promedio para su posterior comparación. . La accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende y además se le añadirá un valor promedio para su posterior comparación.

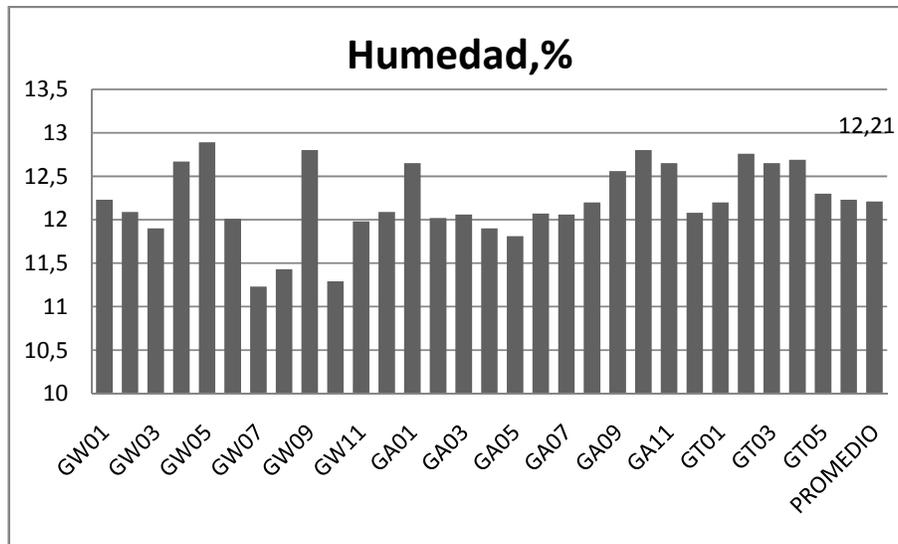


Gráfico 1. Porcentaje de Humedad. (Tablas del 6 a la 15).

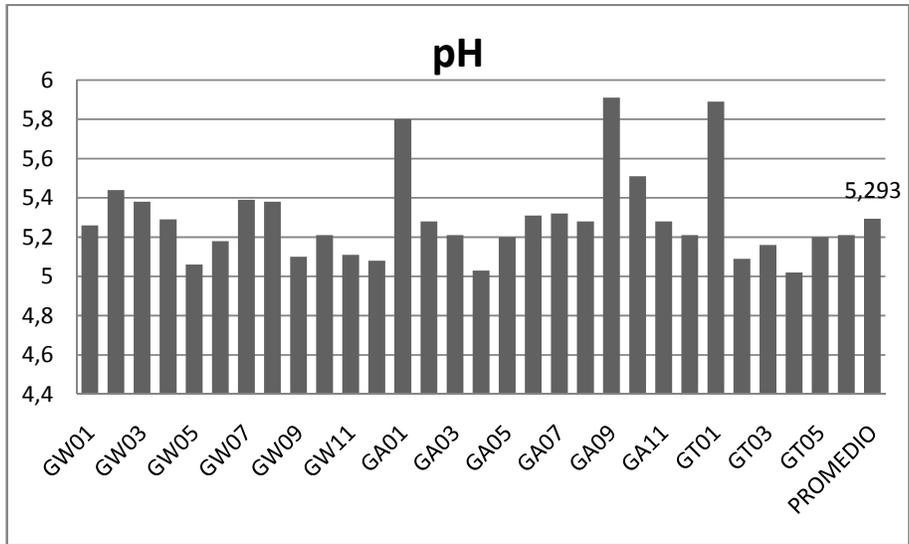


Grafico 2. Nivel de pH. (Tablas del 6 a la 15).

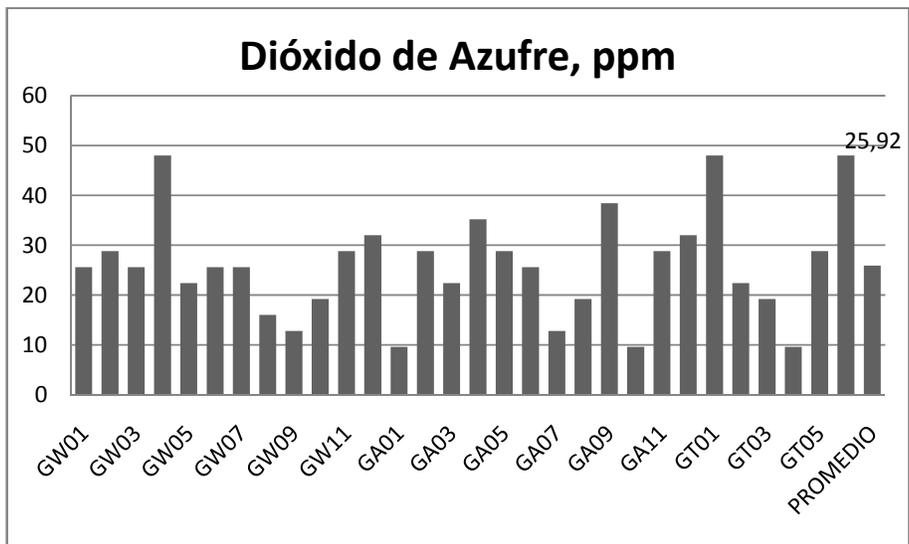


Grafico 3. Porcentaje de Dióxido de Azufre. (Tablas del 6 a la 15).

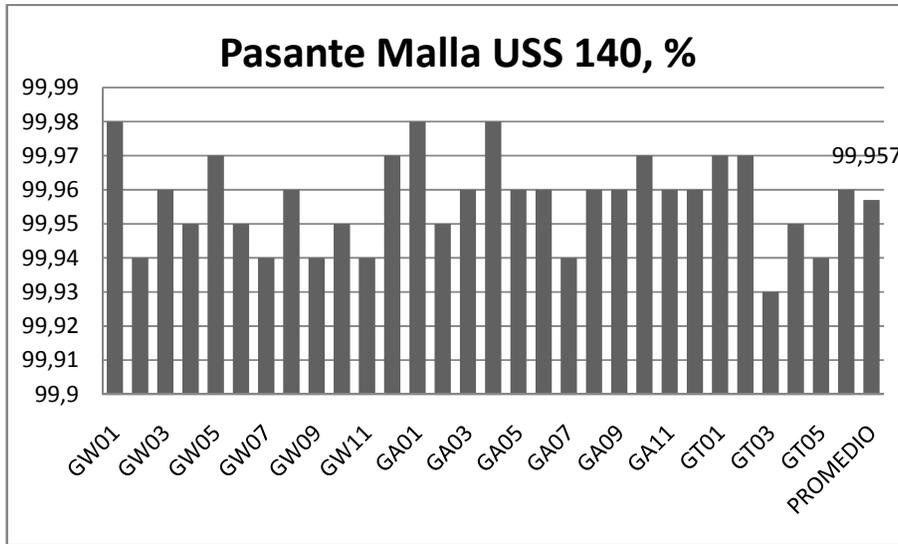


Grafico 4. Porcentaje de Pasante malla. (Tablas del 6 a la 15).

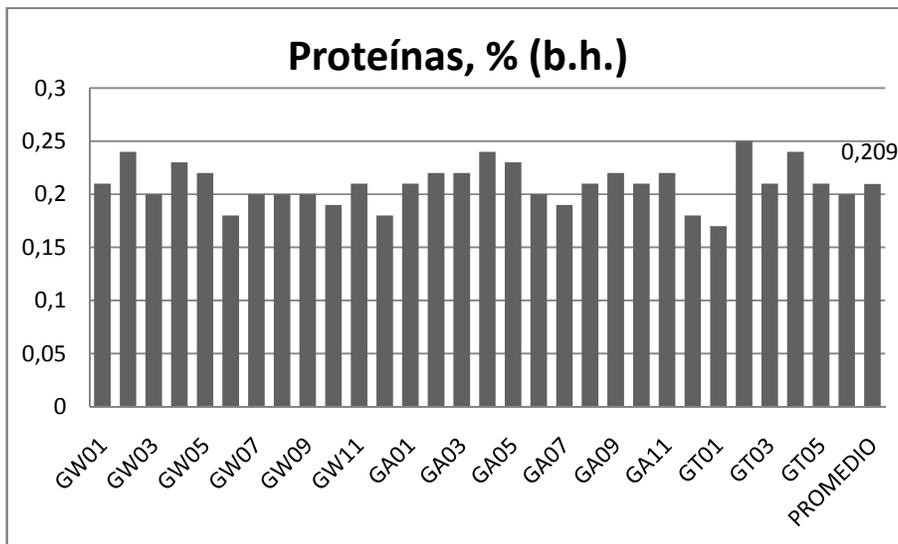


Grafico 5. Porcentaje de Proteínas. (Tablas del 6 a la 15).

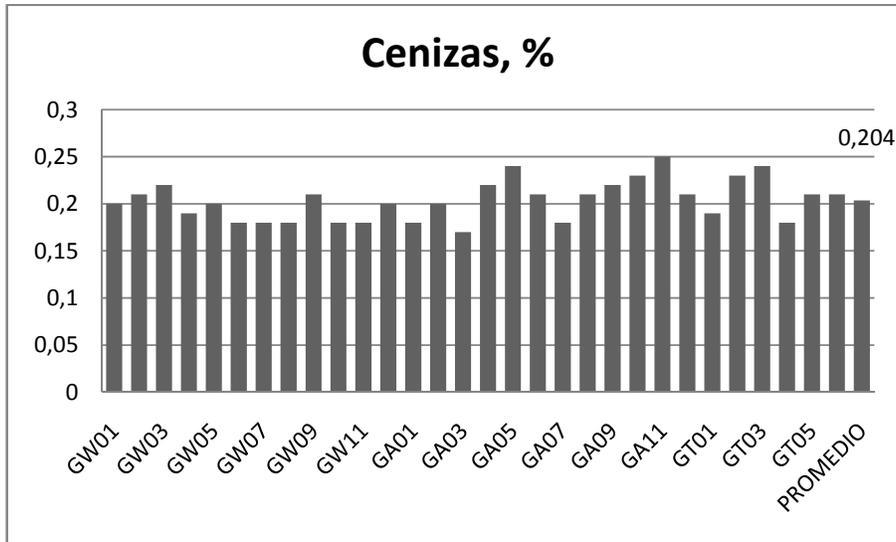


Grafico 6. Porcentaje de Cenizas. (Tablas del 6 a la 15).

Debido a que la característica Residuo No Soluble (NSR) no esta característica cuantificable, no se realizara un grafico para comparar los resultados obtenidos.

4.1.b Nutrición animal

Las propiedades fisicoquímicas a estudiar para nutrición animal varían muy poco entre cada muestra entre las principales se encuentran: humedad y proteínas.

4.1.b.1 Concentrin 21

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas realizados a esta muestra son los mencionados anteriormente. Los mismos serán presentados por las tablas del 15 y 16 respectivamente.

Tabla 16

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GTO2	GTO3
Humedad,%	11,64	11,69	11,57
Proteínas,% (b.h.)	31,0	28,0	26,0

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 17

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GT05	GT06
Humedad,%	12,01	12,40	11,98
Proteínas,% (b.h.)	31,0	30,0	33,0

Fuente: Castellanos, 2010.

A continuación se representaran los resultados a través de gráficos y con ellos conocer el comportamientos de los mismos. El accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende y junto con su valor promedio

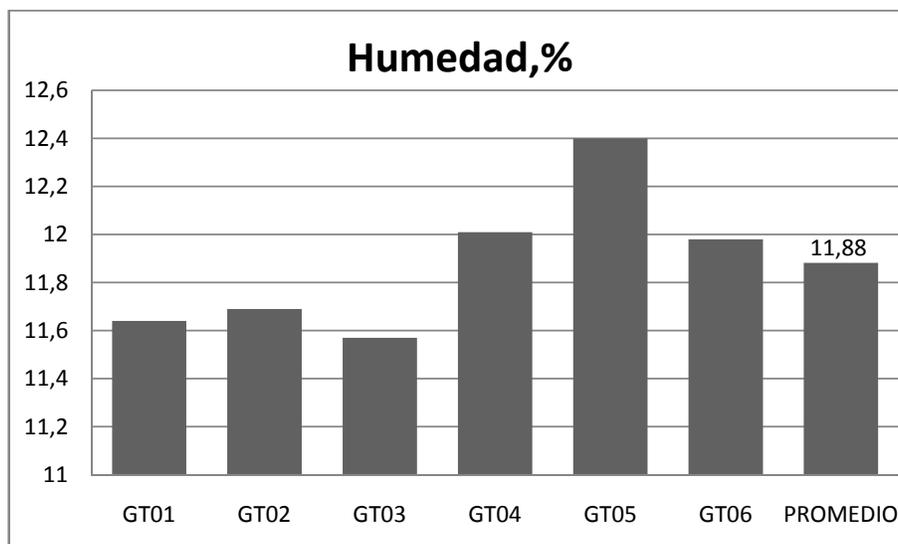


Grafico 7. Porcentaje de Humedad. (Tablas 16 y 17).

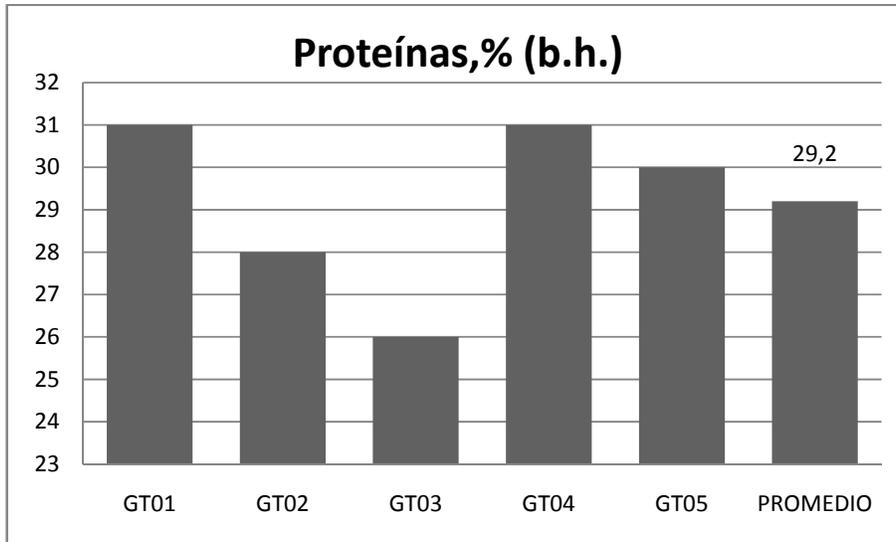


Grafico 8. Porcentaje de Proteínas. (Tablas 16 y 17).

4.1.b.2 Concentrin 60

Las propiedades fisicoquímicas analizadas son: humedad y proteínas. Los mismos estarán indicados por las tablas del 18 y 19 respectivamente.

Tabla 18

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GTO2	GTO3
Humedad,%	12,00	11,80	11,87
Proteínas,% (b.h.)	61,0	65,0	64,0

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 19

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GTO5	GTO6
Humedad,%	11,31	11,90	11,98
Proteínas,% (b.h.)	66,0	65,0	60,0

Fuente: Castellanos, 2010.

Se incorporaran los diferentes gráficos para representar las variables estudiadas y con esto conocer el comportamiento de los mismos. La accisa estará representada

por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende y además con su valor promedio.

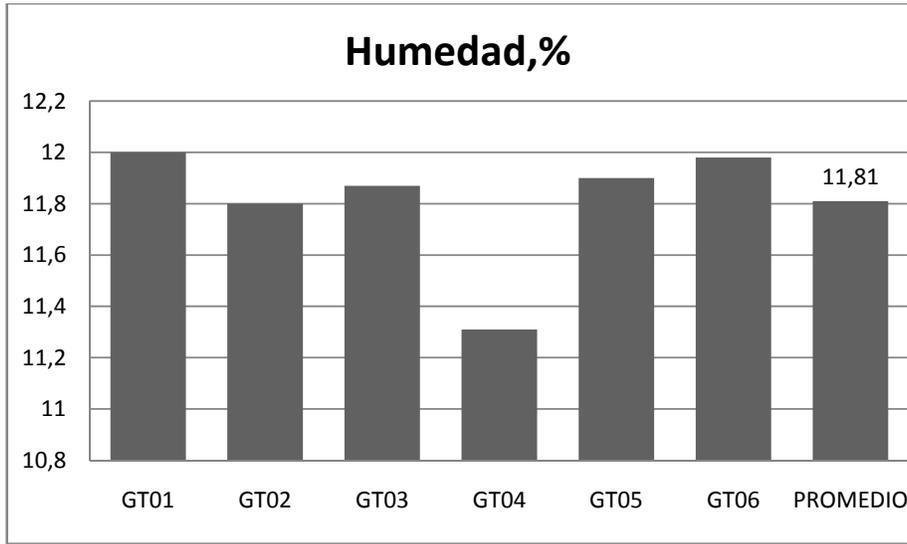


Grafico 9. Porcentaje de Humedad. (Tablas 18 y 19).

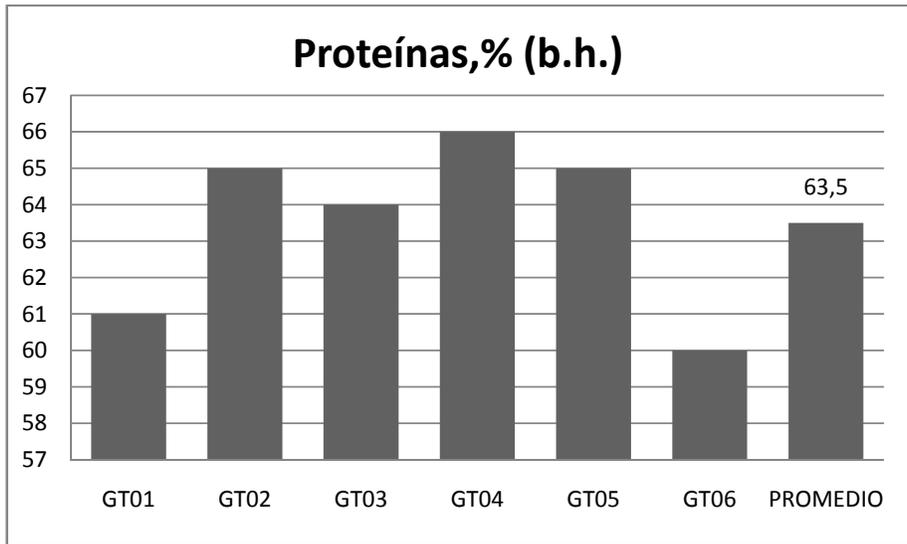


Grafico 10. Porcentaje de Proteínas. (Tablas 18 y 19).

4.1.b.3 Nutricion

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas realizados a esta muestra son: humedad, proteínas y grasa. Los mismos serán registrados por las tablas del 20 y 21.

Tabla 20

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GT02	GT03

Humedad,%	4,64	4,89	4,70
Proteínas,% (b.h.)	25,0	29,0	28,0
Grasa,%	11,0	11,5	12,0

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 21

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GTO5	GTO6
Humedad,%	4,67	4,78	4,80
Proteínas,% (b.h.)	26,0	31,0	24,0
Grasa,%	12,0	12,0	12,0

Fuente: Castellanos, 2010.

En el mismo orden de ideas, se representaran los resultados a través de gráficos para conocer la conducta de los mismos. La accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende, conjuntamente se le añadió su valor promedio.

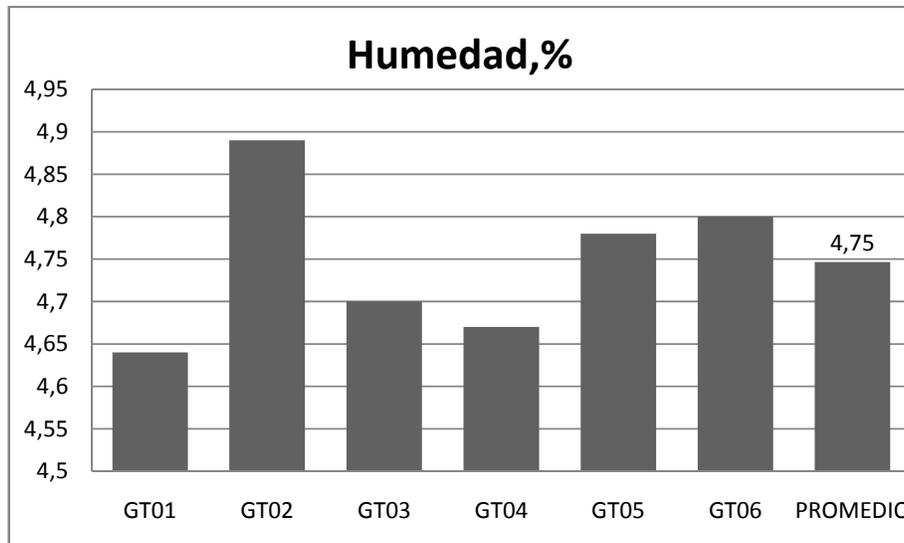


Grafico 11. Porcentaje de Humedad. (Tablas 20 y 21).

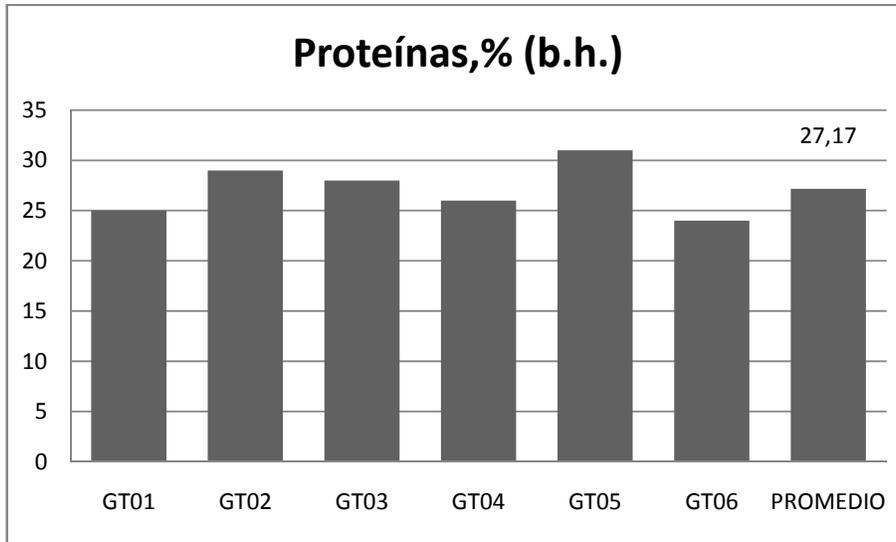


Grafico 12. Porcentaje de Proteínas. (Tablas 20 y 21)

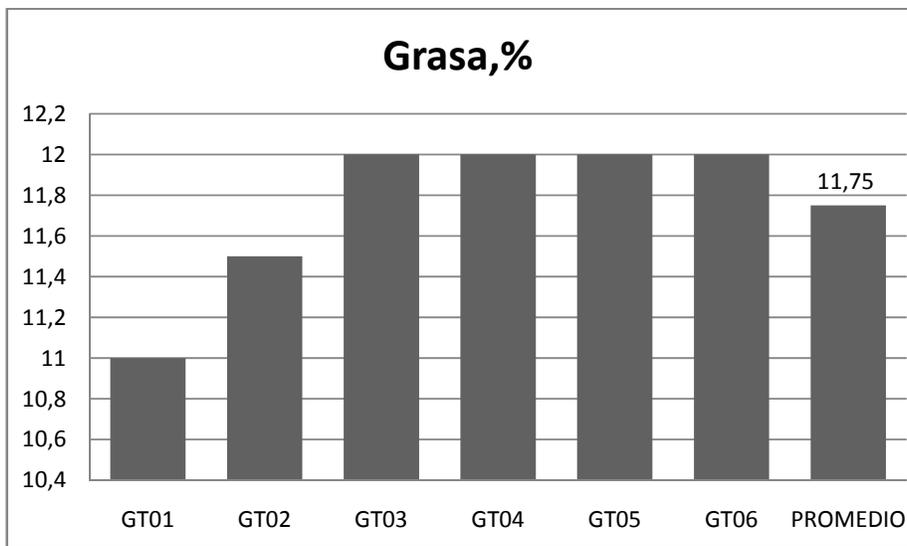


Grafico 13. Porcentaje de Grasa. (Tablas 20 y 21)

4.2 Resultados de las características microbiológicas

De igual forma se presentaron los resultados, de las características microbiológicas a las muestras analizadas por medio una serie de tablas. Primeramente se observara los resultados de almidón regular de maíz y luego se presentaron los resultados de nutrición animal.

4.2.a Almidones regulares de maíz

Las características microbiológicas a estudiar para los almidones de maíz son: *aerobios mesófilos*, *hongos y levaduras*, *coliformes totales*, *coliformes fecales* y *salmonella*. Los mismos serán presentados por las tablas del 22 al 31.

Tabla 22

Resultados de los lotes GW01, GW02, GW03

Lote	GW01	GW02	GW03
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 10	< 10	< 30
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 23

Resultados de los lotes GW04, GW05, GW06

Lote	GW04	GW05	GW06
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 30	< 60	< 50
Hongos y levaduras, ufc/g	< 20	< 10	< 20
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 24

Resultados de los lotes GW07, GW08, GW09

Lote	GW07	GW08	GW09
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 70	< 10	< 20
Hongos y levaduras, ufc/g	< 30	< 10	< 20
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
-------------------	---------	---------	---------

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 25

Resultados de los lotes GW10, GW11, GW12

Lote	GW10	GW11	GW12
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 10	< 20	< 10
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 26

Resultados de los lotes GA01, GA02, GA03

Lote	GA01	GA02	GA03
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 20	< 30	< 10
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 20	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 27

Resultados de los lotes GA04, GA05, GA06

Lote	GA04	GA05	GA06
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 60	< 10	< 20
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
-------------------	---------	---------	---------

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 28

Resultados de los lotes GA07, GA08, GA09

Lote	GA07	GA08	GA09
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 10	< 10	< 20
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 29

Resultados de los lotes GA10, GA11, GA12

Lote	GA10	GA11	GA12
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 30	< 30	< 20
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 30

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GT02	GT03
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 10	< 60	< 40
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3

Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 31

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GT05	GT06
Aerobios mesófilos, ufc/g	< 20	< 20	< 10
Hongos y levaduras, ufc/g	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales, NMP/g	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fuente: Castellanos, 2010.

A continuación, se realizara una representación los resultados a través de gráficos para conocer la conducta de las características microbiológicas analizadas anteriormente. La accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende. Esta representación graficas difiere a las de las propiedades fisicoquímicas, ya que no se efectuara un promedio debido a que cada variable no debe ser promediada.

Con respecto a las variables Coliformes totales, NMP/g; Coliformes fecales, NMP/g; Salmonella, 25 g. Debido a que se mantienen constantes no se efectuara en grafico, ya que presentan el mismo resultado en todos los lotes.

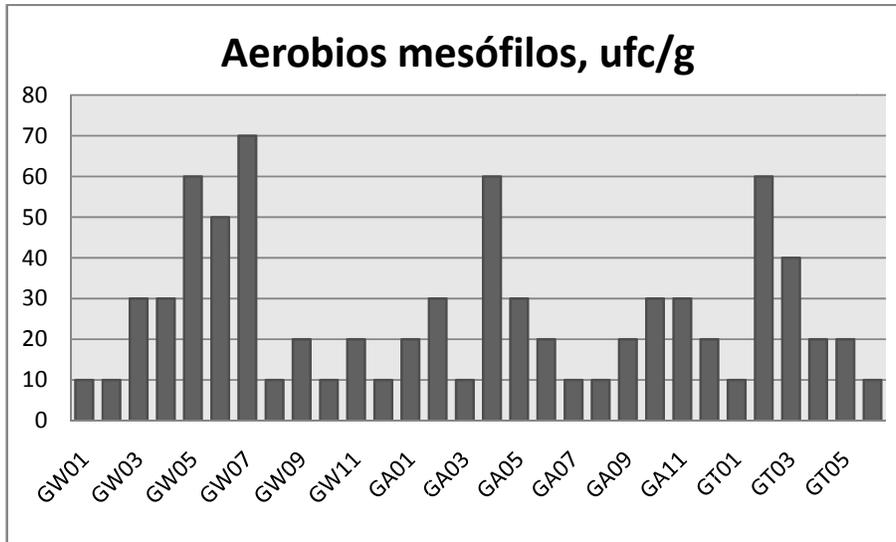


Grafico 14. Aerobios mesófilos. (Tablas 22 y 31)

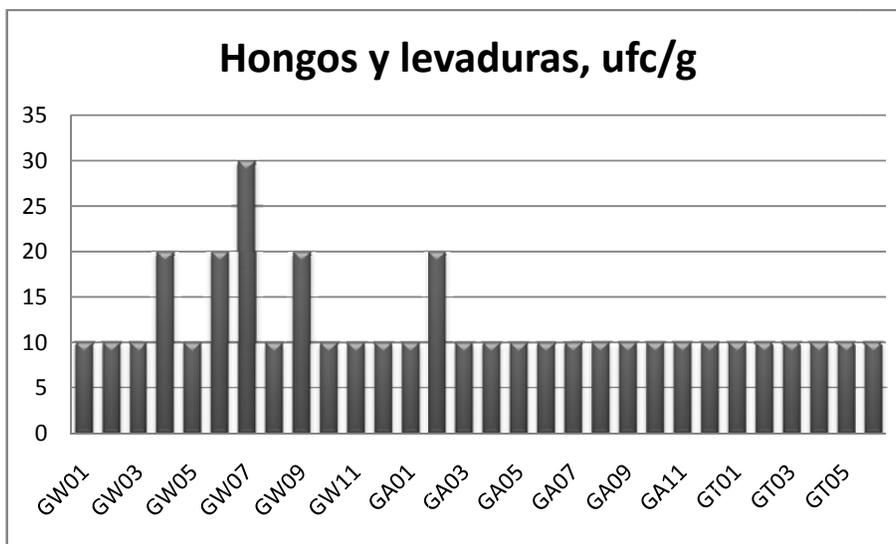


Grafico 15. Hongos y levaduras. (Tablas 22 y 31)

4.2.b Nutrición animal

La característica microbiológica analizada más importante para los productos de nutrición animal es la aflatoxina.

4.2.b.1 Concentrin 21

Los resultados de aflatoxina para concentrin 21, estarán registrados por las tablas 19 y 20.

Tabla 32

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GTO2	GTO3
Aflatoxina (ppb)	0,7	1,5	2,3

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 33

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GTO5	GTO6
Aflatoxina	3,6	2,1	2,4

Fuente: Castellanos, 2010.

Se representara gráficamente los resultados correspondientes a las aflatoxinas en las muestras de concentrin 21 y con esto conocer el comportamiento de sus valores. La accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende.

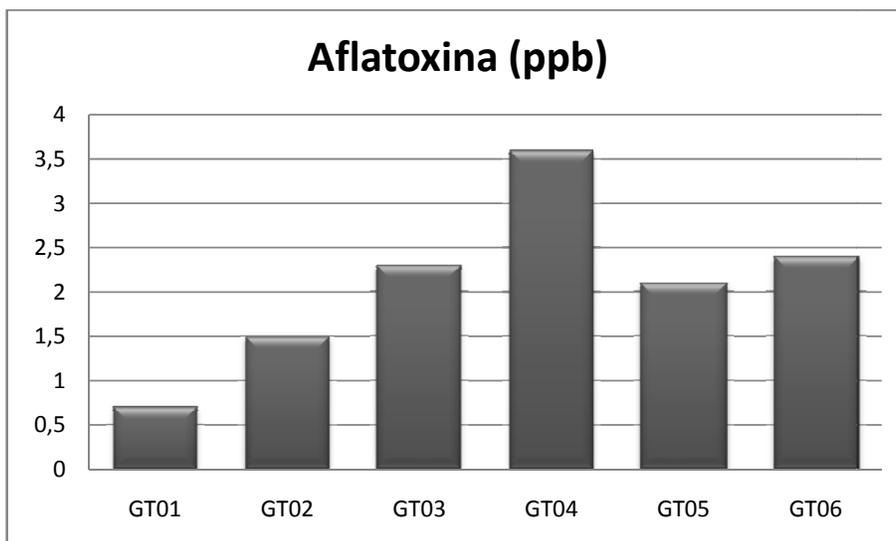


Grafico 16. Partes por billón de Aflatoxinas. (Tablas 32 y 33)

4.2.b.2 Concentrin 60

Los resultados de aflatoxina para concrentin 60, estarán presentados por las tablas 33 y 34.

Tabla 34

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GTO2	GTO3
Aflatoxina (ppb)	1,5	2,9	2,6

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 35

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GTO5	GTO6
Aflatoxina	2,1	3,6	2,1

Fuente: Castellanos, 2010.

De igual modo se graficara los resultados obtenido de las muestras de concentrin 60 y visualizar el valor de las aflatoxinas. La accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende.

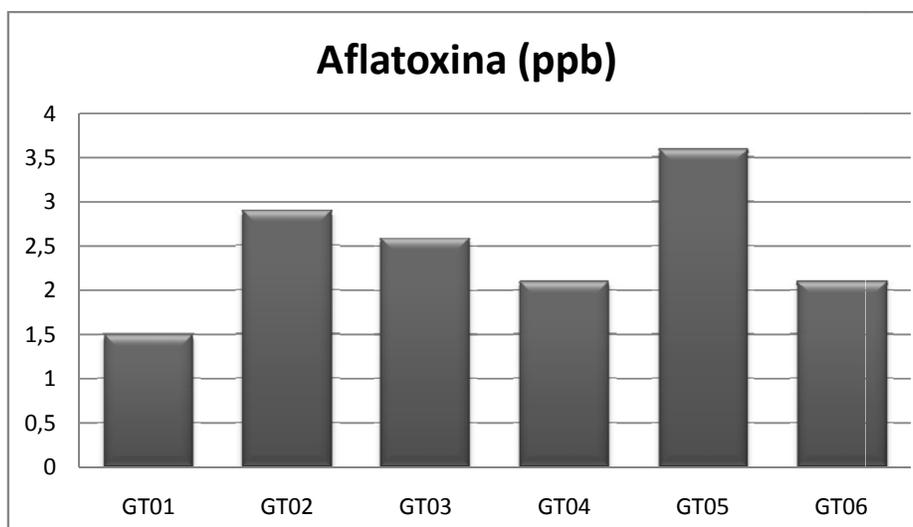


Grafico 17. Partes por billón de Aflatoxinas. (Tablas 34 y 35)

4.2.b.3 Nutricon

Los resultados de aflatoxina para nutricon, estarán indicados por las tablas 35 y 36.

Tabla 36

Resultados de los lotes GT01, GT02, GT03

Lote	GT01	GTO2	GTO3
Aflatoxina (ppb)	1,5	1,6	2,2

Fuente: Castellanos, 2010.

Tabla 37

Resultados de los lotes GT04, GT05, GT06

Lote	GT04	GT05	GT06
Aflatoxina	2,6	2,4	2,4

Fuente: Castellanos, 2010.

Finalmente se representaron los resultados de aflatoxinas por medio de un gráfico. La accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representado al lote que comprende.

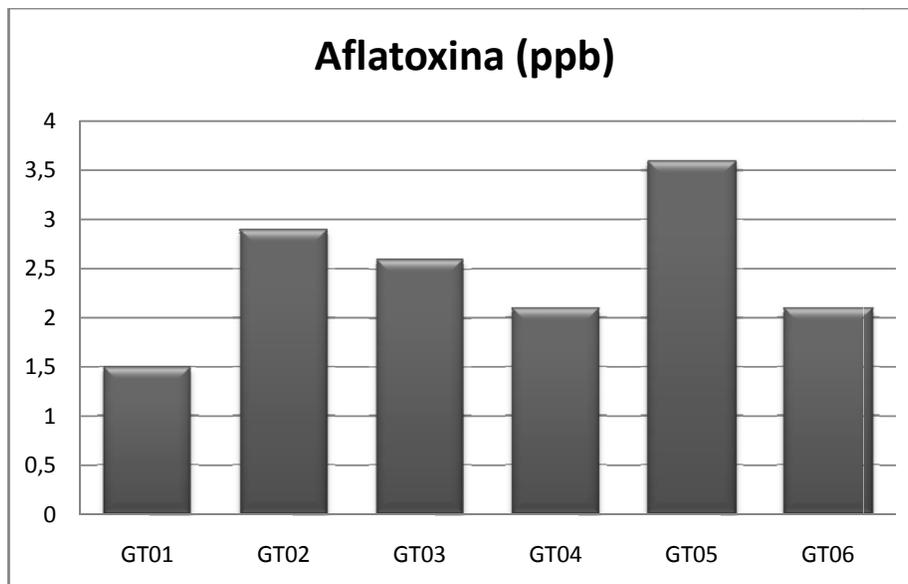


Grafico 18. Partes por billón de Aflatoxinas. (Tablas 36 y 37)

CAPITULO V

5. Análisis de los resultados

Este capítulo está referido a la presentación y análisis de los resultados estadísticos obtenidos durante la recolección de los datos aportados por las muestras de estudio. El análisis de los datos se efectuó a partir de la revisión de cuadros de referencia, con un análisis descriptivo presentado con gráficos.

5.1 Especificaciones. Almidón Regular de maíz

Seguidamente se presentaran las especificaciones de calidad establecidas por las industrias del maíz con respecto al almidón de maíz. Específicamente compararemos los valores de las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas requeridos por la empresa, con los lotes analizados en esta investigación y con ello considerar, si dichos valores son aceptables por los estándares de calidad exigidos por la empresa.

5.1.a Características Físico-Químicas.

A continuación se mostraran las especificaciones de calidad para el almidón regular de maíz.

Tabla 38

Especificaciones para el almidón regular de maíz.

Características	Mínimo	Máximo
Humedad, %	11,0	13,0
pH al 20%	5,0	6,0
Proteínas, % (b.h.)	---	0,5
Dióxido de azufre, ppm.	----	50
Residuo No Soluble (NSR),	B	A
Pasante malla USS 140, %	95,0	---
Cenizas, %	-----	0,5

Fuente: Industrias del maíz c.a

Seguidamente se representara gráficamente los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas para cada característica. En el grafico la accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representada por el lote y por los valores de referencia tanto mínimo como máximo.

Debido a que la característica Residuo No Soluble (NSR) no esta característica cuantificable, no se realizara un grafico para comparación.

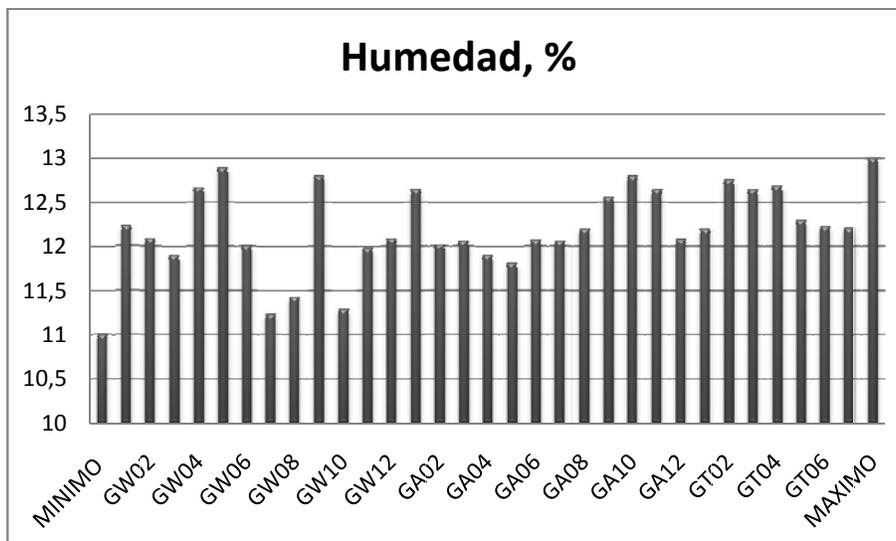


Grafico 19. Porcentaje de Humedad. (Tablas del 6 a la 15, 38).

Interpretación: Como se puede observar en este grafico, que el 100% de los valores de los lotes cumplen dentro del rango de especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). Se puede adicionar que los lotes GW05, GW09, GA10 con sus respectivos valores 12,89%; 12,80%; 12,80%. Son los más destacables por su elevada proporción de humedad.

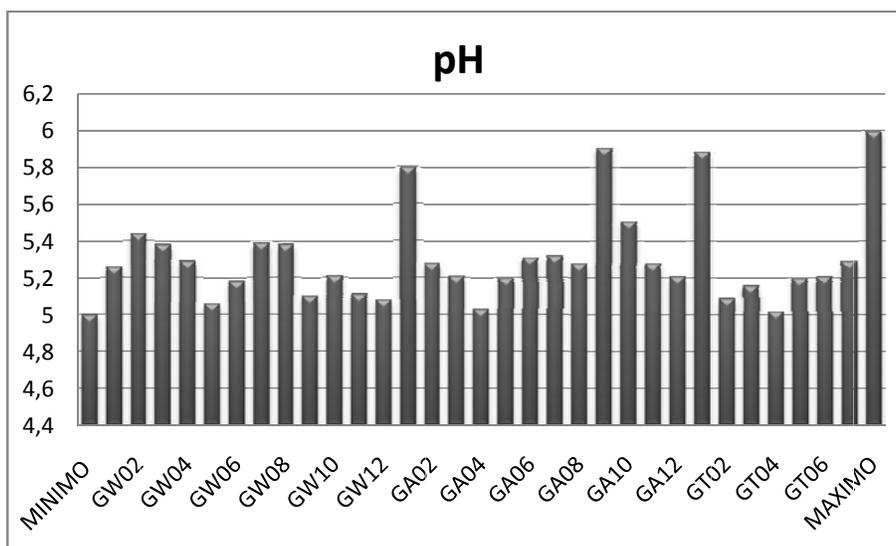


Grafico 20. Nivel de pH. (Tablas del 6 a la 15, 38).

Interpretación: En el presente grafico se muestra que todos los valores lotes que están dentro del rango de especificaciones establecidos por las industrias del maíz

(INDELMA). Se puede añadir que los lotes GA09, GT01, GA01 con sus respectivos valores 5,91; 5,89; 5,80. Son los más elevados en comparación con los otros lotes.

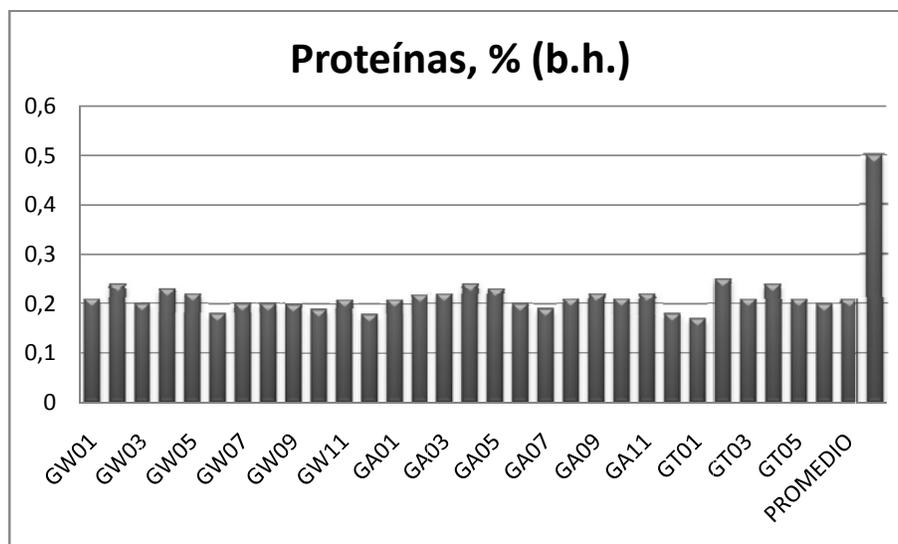


Grafico 21. Porcentaje de Proteína. (Tablas del 6 a la 15, 38).

Interpretación: Los resultados de los lotes estudiados se encuentran aceptables según las especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). Se puede añadir que los lotes GT02, GW02, GA04 con sus respectivos valores 0,25%; 0,24%; 0,24%. Son los lotes que presentan valores más elevados que los demás lotes.

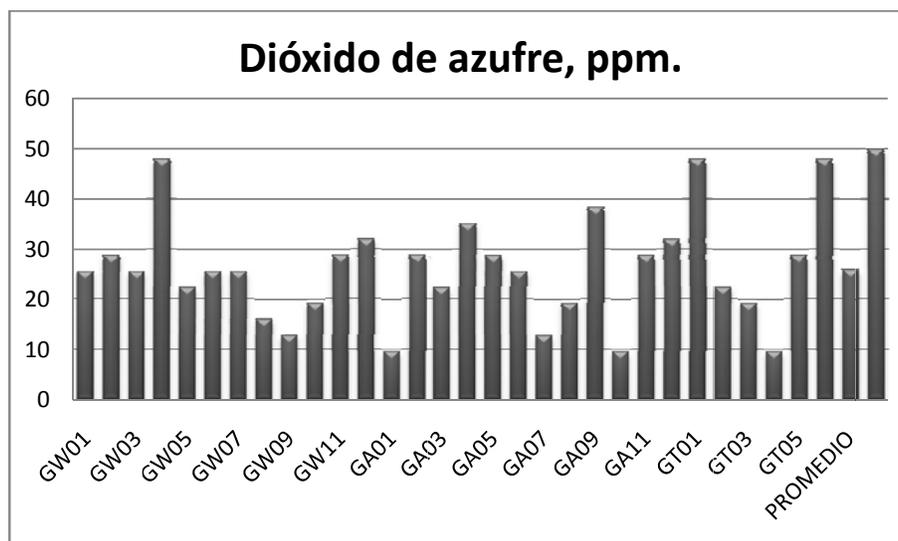


Grafico 22. Partes por millón de Dióxido de azufre. (Tablas del 6 a la 15, 38)

Interpretación: De la misma manera en el presente esquema se muestra que todos los valores lotes que están dentro del rango de especificaciones establecidos por

las industrias del maíz (INDELMA). Se puede añadir que los lotes GW04, GT01, GT06 con sus respectivos valores 48,00 ppm; 48,00 ppm; 48,00 ppm. Siendo estos los únicos valores más elevados en todos los lotes.

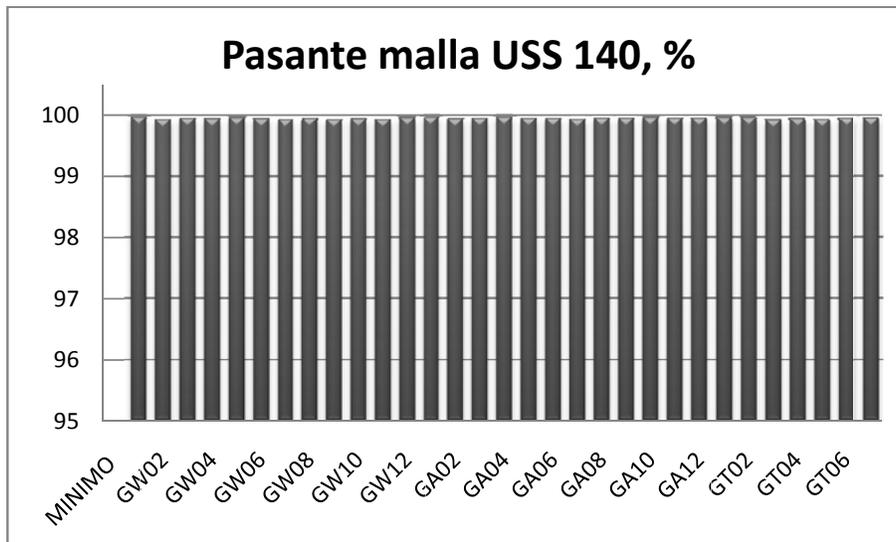


Grafico 23. Porcentaje de Pasante malla. (Tablas del 6 a la 15, 38).

Interpretación: Los presentes valores nos hacen referencia a que esta característica en todos los lotes no es ningún problema, ya que todos sin excepción presentan más del 99,90% del valor, siendo el límite mínimo de 95,0%.

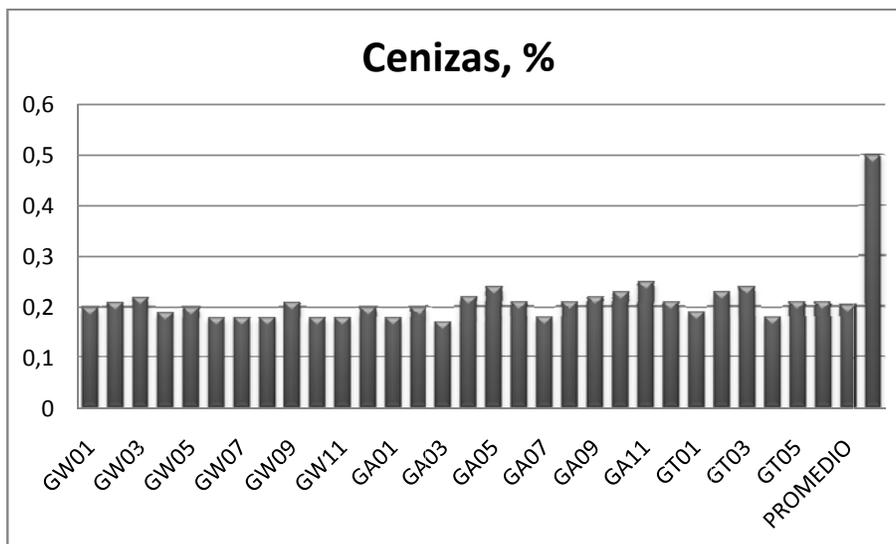


Grafico 24. Porcentaje de Cenizas. (Tablas del 6 a la 15, 38).

Interpretación: En el presente grafico se puede observar que todos los valores concuerdan con las especificaciones establecidas por las industrias del maíz

(INDELMA). Se puede agregar que los lotes GA11, GT03, GA05 con sus respectivos valores 0,25; 0,24; 0,24. Son los más elevados en comparación con los otros lotes.

5.1.a.2 Características Microbiológicas.

A continuación se mostraran las especificaciones de calidad para el Almidón regular de maíz.

Tabla 39

Especificaciones para el Almidón regular de maíz.

Características	Mínimo	Máximo
Aerobios mesófilos, ufc/g	---	5.000
Hongos y levaduras, ufc/g	---	100
Coliformes totales, NMP/g	---	< 3
Coliformes fecales, NMP/g	AUSENTE	
Salmonella, 25 g.	AUSENTE	

Fuente: Industrias del maíz c.a

Respectivamente se representara gráficamente los resultados obtenidos para cada característica Microbiológica. En el grafico la accisa estará representada por el valor que corresponde la variable, mientras que en la ordenada será representada por el lote y por los valores de referencia tanto mínimo como máximo.

Con respecto a las variables Coliformes totales, NMP/g; Coliformes fecales, NMP/g; Salmonella, 25 g. Debido a que se mantienen constantes no se efectuaron los gráficos, ya que presentan el mismo resultado en todos los lotes. Se puede decir que en todos lotes sin excepción, el valor es considerablemente aceptado y cumplen a plenitud con las valores de las especificaciones establecidas por las industrias del maíz (INDELMA).

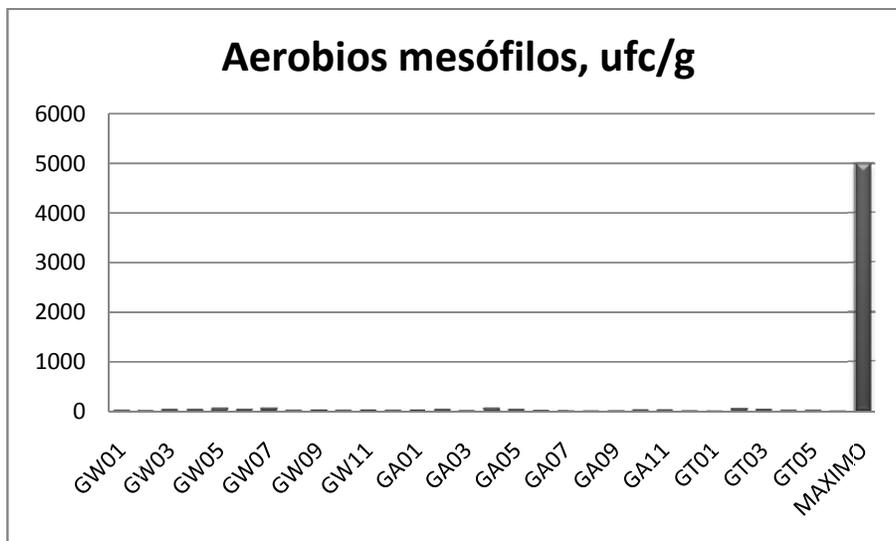


Grafico 25. Aerobios mesófilos. (Tablas del 6 a la 15, 39).

Interpretación: Tal como se puede observar en el presente este grafico, que el 100% de los valores de los lotes que están dentro del rango de especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA) por muy amplio margen. Se puede complementar que los únicos valores más altos que se presentan en los lotes GW07, GW05, GT02, con sus respectivos valores < 70; < 60; < 60.

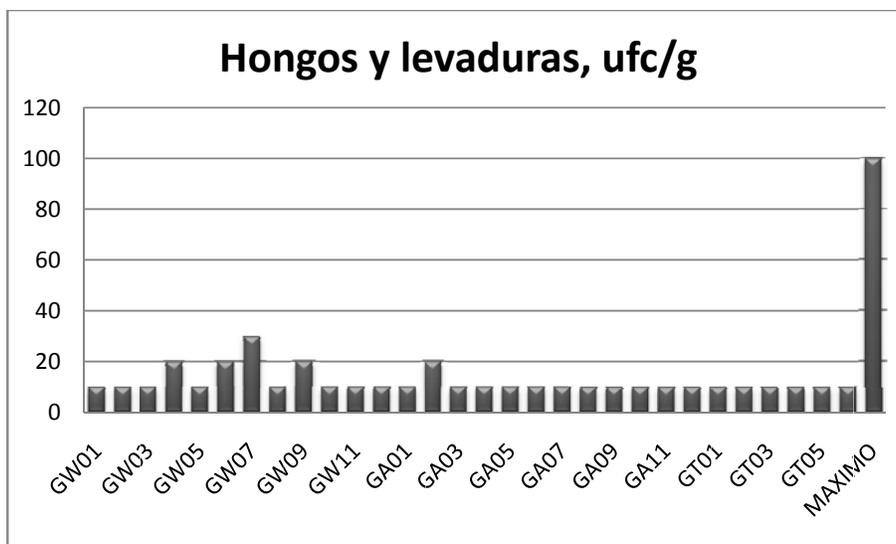


Grafico 26. Hongos y levaduras. (Tablas del 6 a la 15, 39).

Interpretación: De la misma manera se puede observar en el grafico, que todos los valores de los lotes están dentro del rango de especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). A pesar de lo anterior se objetar que los lotes GW07, GW03, GW06, GW09, GA02 presentando valores < 30; < 20; < 20; < 20; < 20 son los únicos que resaltan de los demás lotes por ser los valores más altos.

5.1.b Especificaciones para alimentación animal

De la misma manera se presentara especificaciones de calidad establecidas por las industrias del maíz con respecto a los productos de nutrición animal. Comenzando inicialmente con el concentrin 21, posteriormente con el concentrin 60 y finalmente con el nutricon.

5.1.b.1 Especificaciones para Concentrin 21

En el presente producto de nutrición animal compararemos los valores de las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas exigidos por la empresa, con los analizados en esta investigación y con ello considerar, si dichos valores son aptos por los estándares de calidad exigidos por la empresa.

5.1.b.1.a Características Físico-Químicas.

Tabla 40

Especificaciones para el concentrin 21

Características	Mínimo	Máximo
Humedad, %	11,0	13,0
Proteínas, % (b.h.)	19,0	---

Fuente: Industrias del maíz c.a

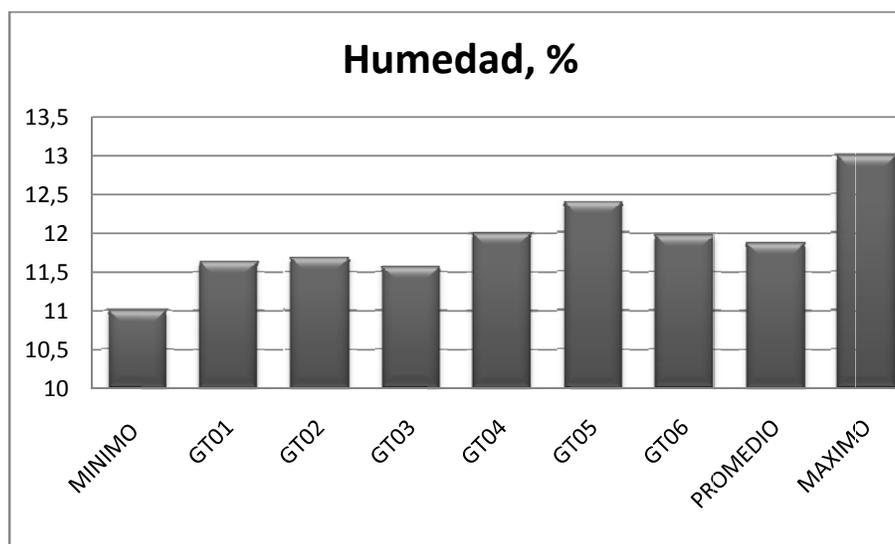


Grafico 27. Porcentaje de Humedad. (Tablas 16, 17, 40).

Interpretación: Se puede observar en el gráfico que todos los valores obtenidos de los lotes se encuentran por arriba de mínimo y por debajo del máximo, por lo tanto se puede decir que todos estos valores cumplen a plenitud las especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). Se puede objetar que los lotes GT05, GT04 con sus respectivos valores 12,40%; 12,01%. Son los lotes que presentan valores más elevados.

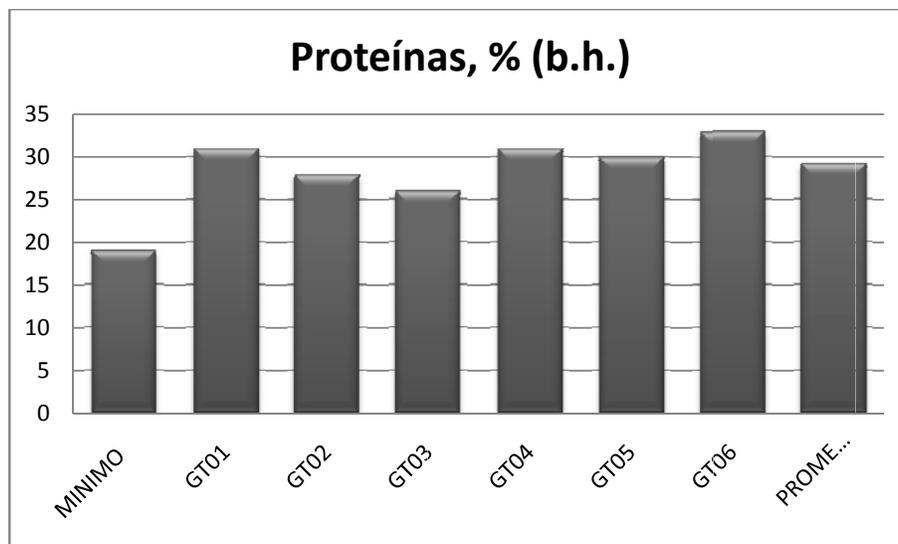


Grafico 28. Porcentaje de Proteínas. (Tablas 16, 17, 40).

Interpretación: Los resultados de los lotes estudiados se encuentran aceptables, ya que todos sin excepción están por arriba del valor mínimo exigido por las especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). Se puede describir que los lotes GT06, GT01, GT04, con sus respectivos valores 33,0%; 31,0%; 31,0%. Son los lotes que presentan valores superiores.

5.1.b.1.b Características Microbiológicas.

A continuación se mostrara las especificaciones de calidad para el concentrin 21.

Tabla 41

Especificaciones para el concentrin 21.

Características	Mínimo	Máximo
Aflatoxinas totales, ppb	---	20

Fuente: Industrias del maíz c.a

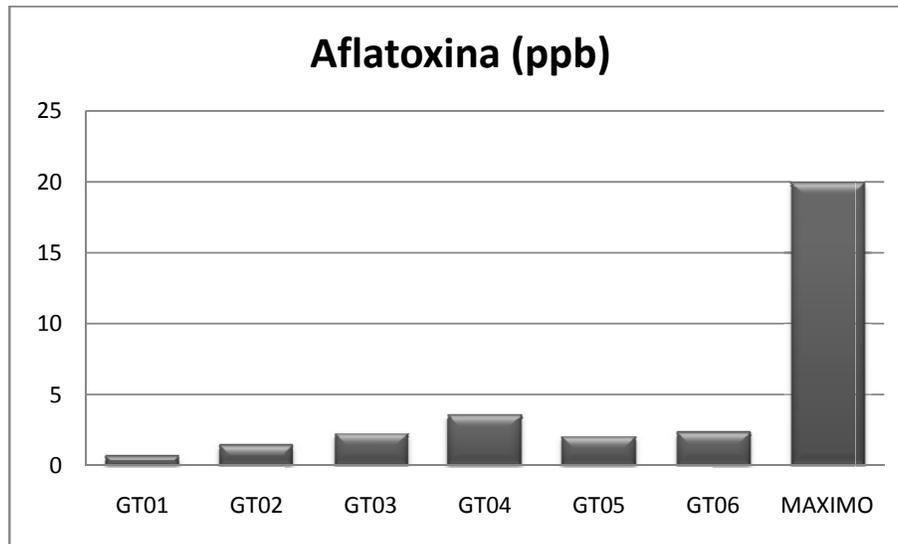


Grafico 29. Partes por billón de Aflatoxina. (Tablas 32, 33, 41).

Interpretación: Tal como se puede observar en el grafico, todos los valores de los lotes presentan valores favorables de aflatoxinas, el único valor resaltante es el lote GT04 cuyo resultado es 3,6 ppb siendo este valor muy por debajo de las especificaciones establecidas por las industrias del maíz (INDELMA).

5.1.b.2 Especificaciones para Concentrin 60

En el presente producto de nutrición animal compararemos los valores de las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas exigidos por la empresa, con los analizados en esta investigación y con ello considerar, si dichos valores son aptos por los estándares de calidad exigidos por la empresa.

5.1.b.2.a Características Físico-Químicas.

A continuación se mostraran las especificaciones de calidad para el concentrin 60.

Tabla 42

Especificaciones para el concentrin 60.

Características	Mínimo	Máximo
Humedad, %	11,0	13,0

Proteínas, % (b.h.)	59,0	---
---------------------	------	-----

Fuente: Industrias del maíz c.a

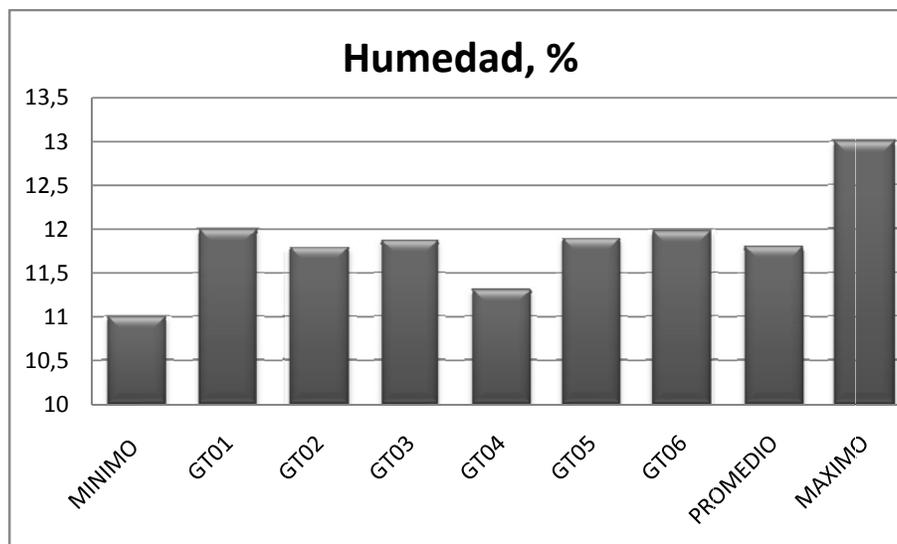


Grafico 30. Porcentaje de Humedad. (Tablas 18, 19, 42).

Interpretación: Tal como se puede observar en la grafica, el 100% de los valores de los lotes presentan condiciones favorables y se encuentran entre los valores intermedios del rango de especificaciones que persisten en las industrias del maíz (INDELMA). Se puede establecer que los únicos valores más altos que se presentan en los lotes GT01, GT06, con valores 12,00%; 11,98%.

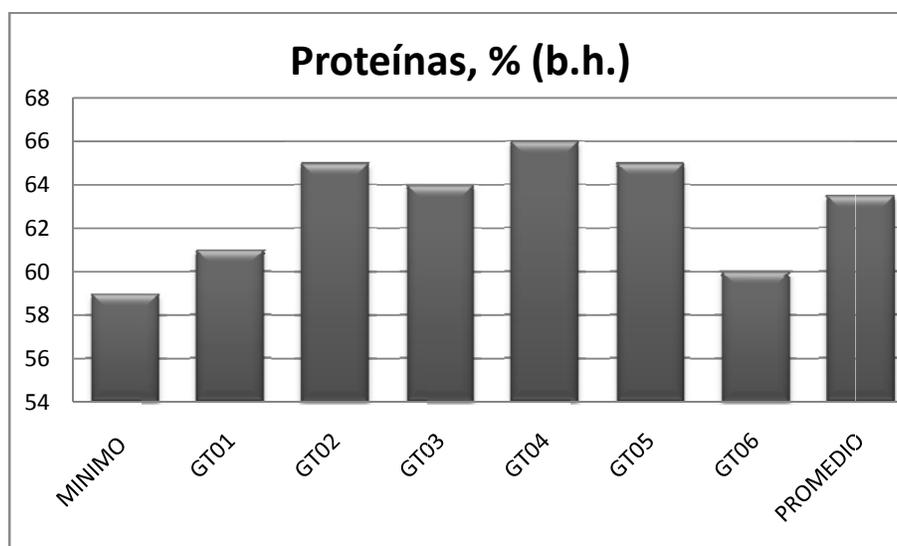


Grafico 31. Porcentaje de Proteínas. (Tablas 18, 19, 42).

Interpretación: Se puede observar en la grafica que todos los lotes presentaron valores superiores al mínimo exigido de acuerdo a las especificaciones en las industrias del maíz (INDELMA). Siendo solo los lotes GT06 y GT01 que presentaron valores 60,0%; 61,0% cercanos al valor minimo de 59,0%.

5.1.b.2.b Características Microbiológicas.

A continuación se indicaran las especificaciones de calidad para el concentrin 60.

Tabla 43

Especificaciones para el concentrin 60.

Características	Mínimo	Máximo
Aflatoxinas totales, ppb	---	20

Fuente: Industrias del maíz c.a

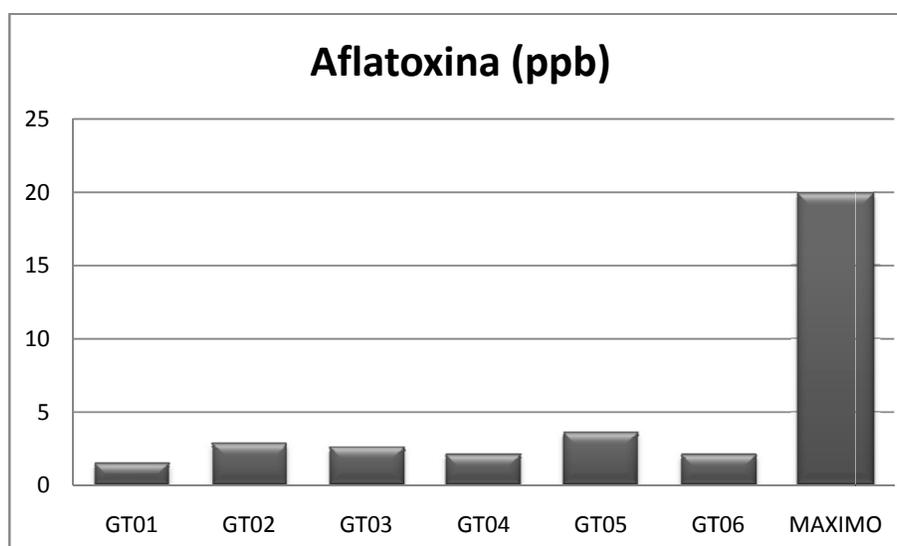


Grafico 32. Partes por billón de Aflatoxina. (Tablas 34, 35, 43).

Interpretación: Los lotes presentaron valores favorables ya que todos se encuentran aceptables los únicos lotes que presentaron mayor nivel de aflatoxinas fueron el GT05, GT02 con sus respectivos valores 3,6 ppb, 2,9 ppb.

5.1.b.3 Especificaciones para Nutricion

En el presente producto de nutrición animal compararemos los valores de las propiedades fisicoquímicas y las características microbiológicas exigidos por

la empresa, con los analizados en esta investigación y con ello considerar, si dichos valores son aptos por los estándares de calidad exigidos por la empresa.

5.1.b.3.a Características Físico-Químicas.

A continuación se mostrara las especificaciones de calidad para el nutricon.

Tabla 44

Especificaciones para el nutricon.

Características	Mínimo	Máximo
Humedad, %		5,0
Proteínas, % (b.h.)	17,0	---
Grasa, % (b.h.)	7,5	13,0

Fuente: Industrias del maíz c.a

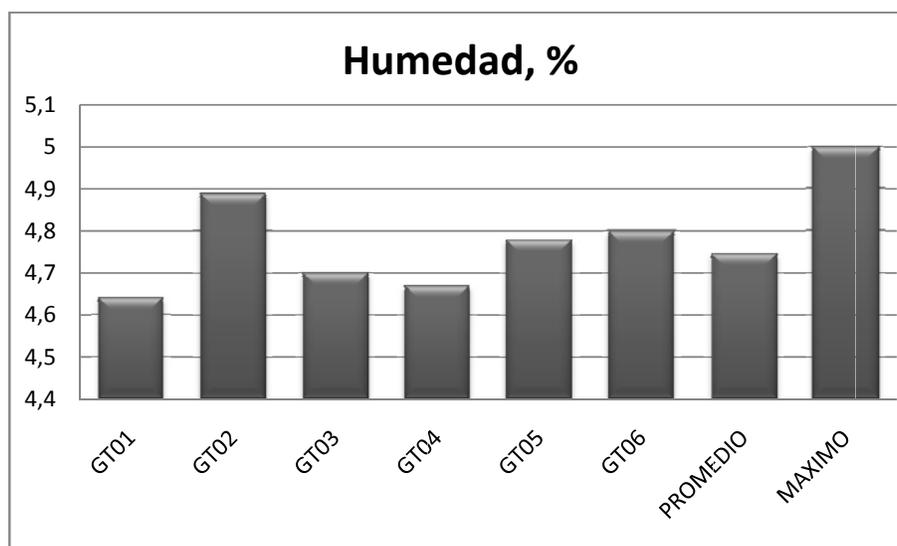


Grafico 33. Porcentaje de Humedad. (Tablas 20, 21, 44).

Interpretación: Los resultados de los lotes estudiados se encuentran aceptables, ya que todos sin excepción están por debajo del valor máximo exigido por las especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). Se puede describir que los lotes GT02, GT06 con sus respectivos valores 4,89%; 4,80%. Son los lotes que presentan valores superiores.

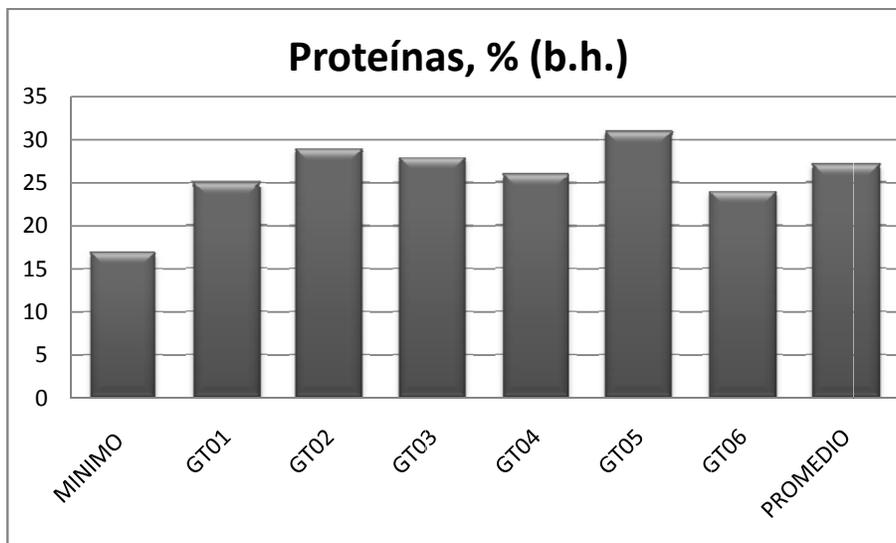


Grafico 34. Porcentaje de Proteínas. (Tablas 20, 21, 44).

Interpretación: En el presente esquema se muestra que todos los valores lotes cumplen con las especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA), considerándose plenamente aceptados. Se puede añadir que los lotes GW04, GT01, GT06 con sus respectivos valores 48,00 ppm; 48,00 ppm; 48,00 ppm. Siendo estos los únicos valores consideramos como límites para esta característica.

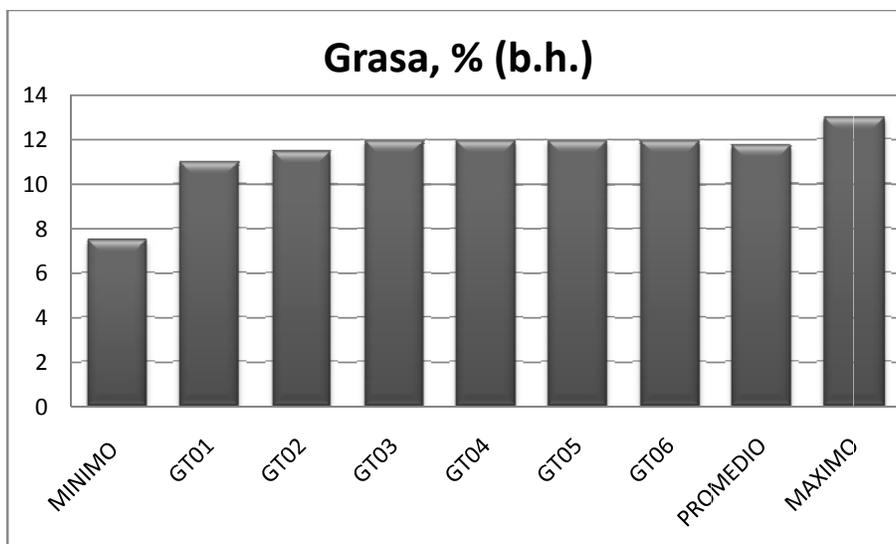


Grafico 35. Porcentaje de Grasa. (Tablas 20, 21, 44).

Interpretación: Al observar el grafico se puede manifestar que todos los valores son aceptables con lo exigido por las especificaciones en las industrias del maíz (INDELMA). Siendo solo los lotes GT03, GT04, GT05, GT06, que presentaron valores de 12% cada uno, estableciéndose como los valores superiores.

5.1.b.3.b Características Microbiológicas.

A continuación se mostraran las especificaciones de calidad para el nutricon.

Tabla 45

Especificaciones para el nutricon.

Características	Mínimo	Máximo
Aflatoxinas totales, ppb	---	20

Fuente: Industrias del maíz c.a

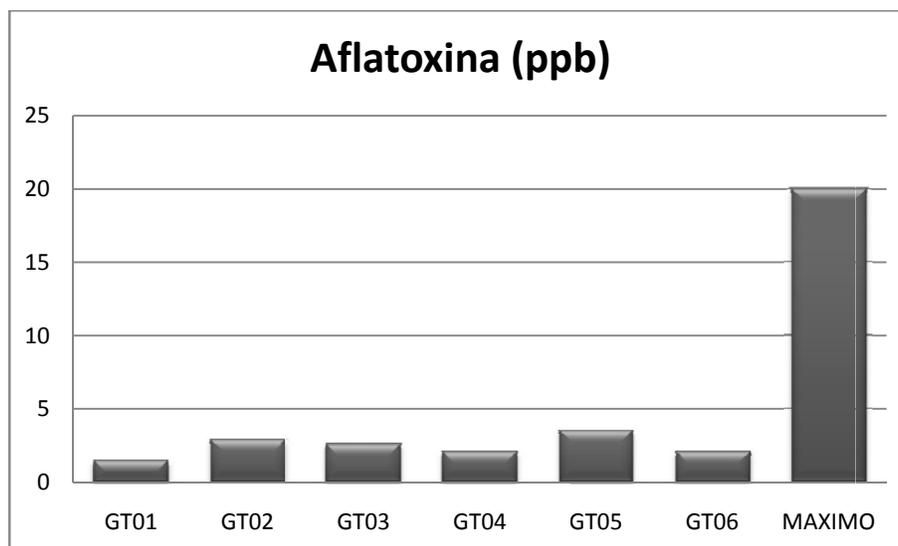


Grafico 36. Partes por billón de Aflatoxina. (Tablas 20, 21, 45).

Interpretación: Finalmente se puede expresar que los resultados de los lotes estudiados se encuentran aceptables, ya que todos sin excepción están por debajo del valor máximo exigido por las especificaciones establecidos por las industrias del maíz (INDELMA). Se puede describir que los lotes GT05, GT02 con sus respectivos valores 3,6 ppb; 2,9 ppb. Son los lotes que presentan valores superiores.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- Las técnicas de laboratorio para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, que se le realizan a las materias primas elaboradas en las industrias del maíz c.a (INDELMA) son confiables debido a se basan en las normas internacionales como Covenin, otorgando en los resultados un nivel de repetitividad bastante preciso con respecto a laboratorios externos. Sin embargo existen métodos establecidos por la industria Corn Products Internacional (C.P.I.) que igualmente al ser comparado con los laboratorios externos sus resultados son precisos.

- Todos los lotes del almidón regular de maíz analizados, presentaron en sus propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas ubicarse dentro de los valores de referencia recomendados para este tipo de materia prima. Lo que se puede enfatizar es que el dióxido de azufre en los lotes GW04, GT01, GT06 presentaron valores de 48,00 ppm; 48,00 ppm; 48,00 ppm los mismos considerándose relativamente altos, siendo el máximo 50 ppm. Dichos valores se obtuvieron seguramente en etapa de maceración donde el maíz es inmerso con dióxido de azufre (agua azufrada) donde presentaba valores relativamente altos de concentración. Estar

- Con respecto a los lotes analizados de los productos de nutrición animal, se registraron valores en sus propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas dentro de los rangos de referencia recomendados a cada materia prima. Se puede agregar que el porcentaje de humedad del nutricional en los lotes GT02, GT06 con sus respectivos valores 4,89%; 4,80% son relativamente altos, siendo el máximo 5%. Se presentaron dichos valores en la etapa de secado donde la temperatura utilizada en el mismo fue levemente más baja con respecto a los otros lotes o debido a problemas técnicos en el análisis.

- Durante la realización de los análisis químicos en pocas ocasiones se presentaron algunos problemas en el momento de la titulación. En gran parte

era porque los reactivos no estaban bien valorados, por lo tanto se produjeron retrasos en el proceso de los análisis.

- La Industria del Maíz c.a (INDELMA) es conocida en el mercado nacional, como empresa confiable e innovadora en todos sus procesos. Es imprescindible el deber de seguir mejorando en la automatización de algunos análisis fisicoquímicos para evitar retrasos en su producción y ahorrarse algunos costos.

RECOMENDACIONES

- Es de gran importancia que el departamento de calidad siga aumentando su participación en la evaluación e innovación continua de sus métodos de análisis tanto fisicoquímicos como microbiológicos, para que sus analistas de calidad se encuentren cada vez más capacitados para tomar decisiones en la solución de una anomalía que se presente en planta.
- Es relevante mencionar que en la etapa de maceración la concentración de dióxido de azufre debe permanecer en los rangos 1800 ppm a 2000 ppm para que pueda cumplir con sus dos funciones como es: la inhibición del crecimiento de microorganismos y el acondicionamiento del grano para el proceso de molienda húmeda de maíz. Debido a que si no se respetan estos valores el producto terminado no garantiza los estándares de calidad sugeridos para su venta y distribución.
- De igual forma se debe destacar que la persona encargada en la realización de reactivos para los análisis químicos, debe verificar continuamente las fechas de vencimiento y la disponibilidad del reactivo en el stock, para que no se realicen compras imprevistas y evitar los retrasos en los análisis de calidad.
- Finalmente debido a que algunos métodos utilizados en los análisis fisicoquímicos demandan suficiente tiempo y son de costo elevado, se hace necesario la implementación de la tecnología de infrarrojo cercano (NIRS) que permite análisis rápidos, económicos y confiables.

BIBLIOGRAFÍA

- Armando N. EL MAÍZ Y SU TRANSFORMACIÓN EN HARINA. 2001. (En línea). Consultado 11 de Mayo de 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos16/maiz-harina/maiz-harina.shtml#MOLHUM>
- Albert L. Lehninger, David L. Nelson, Michael M. Cox. 1997. BIOQUÍMICA. Ediciones Omega.
- Alvis A, Vélez C, Villada H, Mendoza M. 2008. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MORFOLÓGICO DE ALMIDONES DE ÑAME, YUCA Y PAPA Y DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE LAS PASTAS. Revista de información tecnológica volumen 19. Cali, Colombia
- Austin G. 1997. MANUAL DE PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA. Mc Graw Hill, 5ta edición. Madrid, España.
- Barrios. 1989. FUNDAMENTOS DE SACADO EN PRODUCTOS AGROPECUARIOS. Trabajo de accenso para la Universidad de los Andes, Venezuela.
- Boatella J. 2004. QUÍMICA Y BIOQUÍMICA DE LOS ALIMENTOS II. Publicacions Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- Cubero N, Monferrer A y Villalta J. 2002. TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS: ADITIVOS ALIMENTARIOS. Mundi prensa. Madrid, España.
- FAO. 1998. EL MAÍZ EN LA NUTRICIÓN HUMANA. Consultado 28 de Mayo de 2010. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm#Contents>. Roma, Italia.
- Federico K. 1968. TRATADO DE QUÍMICA ORGÁNICA. Tercera edición. Editorial Reverté. Barcelona, España.

- Fernandez G, Gonzales G, Isea Gerardo, Sanchez E. 2000. REPORTE DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE AFLATOXINAS POR EL MÉTODO ELISA EN MUESTRAS DE MATERIAS PRIMAS DE ALIMENTO BALANCEADO PARA AVES PROVENIENTES DE PLANTA UBICADA EN EL MUNICIPIO MARA DEL ESTADO ZULIA, VENEZUELA. Revista científica FCV-LUZ volumen 10. Zulia, Venezuela.
- Frazier W. 1976. MICROORGANISMOS DE LOS ALIMENTOS. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Giménez J. MOLIENDA DE MAÍZ. Sin Fecha. (En línea). Consultado 10 de Mayo de 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos35/molienda-maiz/molienda-maiz.shtml>.
- Gonzales U. 1995. EL MAÍZ Y SU CONSERVACIÓN. Editorial Trillas. Distrito Federal, México.
- Himmelbau D. 1997. PRINCIPIOS BÁSICOS Y CÁLCULOS DE INGENIERÍA QUÍMICA. Sexta edición. Pearson Educación. Distrito Federal, México.
- Hosney C. 1991. PRINCIPIOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS CEREALES. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Jay j. 1978. MICROBIOLOGIA MODERNA DE LOS ALIMENTOS. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Jugenheimer R. 1981. EL MAÍZ. Editorial Limusa. Distrito Federal, México.
- Llanos M. 1984. EL MAÍZ SU CULTIVO Y APROVECHAMIENTO. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.
- Milton J. 1990. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LAS COSECHAS. Segunda edición. Editorial Limusa. Distrito Federal, México.
- Montaña C. 2007. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y BROMATOLÓGICAS DE ALIMENTOS BALANCEADOS

PARA ANIMALES DE LABORATORIO (RATAS Y RATONES). Trabajo de grado para a Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

- Moreno B, García L, Díez V. 1983. MICROORGANISMOS DE LOS ALIMENTOS V1. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Salvador B. 2006. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS. 4ta edición. Pearson Educación. Mexico
- Yúfera Eduardo. 2007. QUÍMICA ORGÁNICA BÁSICA Y APLICADA: DE LA MOLÉCULA A LA INDUSTRIA. Segunda edición. Editorial Reverté. Barcelona, España.