

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL PARA
MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO
PRODUCTIVO EN UN BENEFICIO SECO DE CAFÉ**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

POR

VICTOR MANUEL LÓPEZ FERNÁNDEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
ADMINISTRADOR DE EMPRESAS
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2009

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano	Lic. José Rolando Secaida Morales
Secretario	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I	Lic. Albaro Joel Girón Barahona
Vocal II	Lic. Mario Leonel Perdomo Salguero
Vocal III	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
Vocal IV	P.C. Edgar Arnoldo Quiche Chiyal
Vocal V	P.C. José Antonio Vielman

EXONERACIÓN DE EXAMEN DE ÁREAS PRÁCTICAS BÁSICAS

Exoneración de Examen de Áreas Prácticas Básicas de acuerdo al Numeral 6.11, Punto SEXTO del Acta 22-2007, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 28 de agosto de 2007.

JURADO QUE PRACTICÓ EXAMEN PRIVADO DE TESIS

Presidente:	Licda. Thelma Marina Soberanis de Monterroso
Secretario:	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras
Examinador:	Lic. Luis Manuel Vásquez Vides

Guatemala, 25 de febrero de 2009

Licenciado:

José Rolando Secaida Morales

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de San Carlos de Guatemala

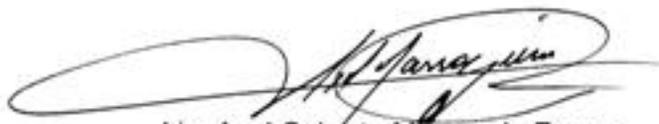
Su despacho.

Señor Decano:

De conformidad con la designación de ese Decanato, de fecha veintinueve de febrero de dos mil ocho, procedí a asesorar al estudiante **Victor Manuel López Fernández** con carné estudiantil **2002-13433**, en la elaboración de su tesis titulada "**APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UN BENEFICIO SECO DE CAFÉ**".

La tesis cumple con las normas y requisitos académicos necesarios y constituye un aporte valioso para satisfacer las necesidades de la unidad objeto de estudio.

Con base en lo anterior, recomiendo se acepte el trabajo en mención para sustentar el examen Privado de Tesis, previo a optar el título de Administrador de Empresas en el grado académico de Licenciado.



Lic. Axel Osberto Marroquin Reyes
Administrador de Empresas - Colegiado 2562

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS

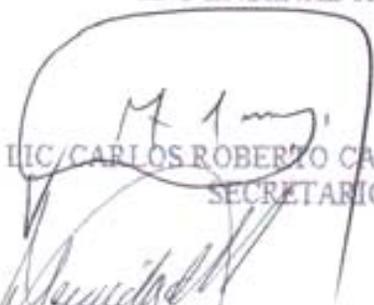
Edificio "S-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS. GUATEMALA,
TRES DE AGOSTO DE DOS MIL NUEVE.

Con base en el Punto SEXTO, inciso 6.1, subinciso 6.1.1 del Acta 16-2009 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 28 de julio de 2009, se conoció el Acta ADMINISTRACION 055-2009 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 15 de abril de 2009 y el trabajo de Tesis denominado: "APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UN BENEFICIO SECO DE CAFÉ", que para su graduación profesional presentó el estudiante VÍCTOR MANUEL LÓPEZ FERNÁNDEZ, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. JOSE ROLANDO SÉCAIDA MORALES
DECAÑO



Smp.


REVISADO

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Por ser la luz que me guía en todo momento a superar dificultades y seguir adelante en el camino correcto. Gracias por darme la fortaleza para culminar con éxito una de las metas en mi vida.
- A MIS PADRES: A quienes quiero agradecer por todo su amor, comprensión, paciencia, esfuerzo, por sus sabios consejos y apoyo incondicional, Dios los bendiga.
- A MIS HERMANOS: Por su cariño y unión familiar. Alicia y Fernando. Que este triunfo sirva como ejemplo de esfuerzo para luchar siempre por alcanzar todo lo que se propongan en la vida.
- A MI FAMILIA: Por su aprecio y apoyo brindado. Muchas gracias.
- A MIS AMIGOS: Por su valiosa amistad y por permitirme compartir con ellos momentos de alegrías y tristezas. Muy especialmente a Estuardo, Lizbeth y Dennis. Muchos éxitos para ustedes.
- A MIS COMPAÑEROS: Por los momentos compartidos a lo largo de la carrera profesional.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: A través de la Facultad de Ciencias Económicas, por ser la fuente de sabiduría y formadora de profesionales íntegros y competitivos.
- A MIS DOCENTES: Por transmitir y compartir los conocimientos y experiencias que me ayudaron en el transcurso de mi formación tanto profesional como personal. Lic. Oscar Quiñónez, Licda. Friné Salazar, Licda. Edith Siekavizza, Lic. Otto Morales y demás profesores.
- AL BENEFICIO SECO DE CAFÉ SANTA ISABEL: Por las personas que depositaron en mí su confianza y darme la oportunidad de realizar el estudio de investigación.
- Y A USTED: Con especial agradecimiento.

La clave del éxito es la dedicación, perseverancia y el trabajo.

ÍNDICE

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN	<i>i</i>

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Estadística	1
1.1.1 Proceso estadístico	1
1.1.2 Principales ramas de la estadística	2
1.1.2.1 Estadística descriptiva	2
1.1.2.2 Estadística inferencial	3
1.1.3 Población	3
1.1.4 Muestra	4
1.1.5 Parámetro	4
1.1.6 Estadístico	5
1.1.7 Muestra representativa	5
1.1.8 Error de muestreo	6
1.1.9 Métodos de muestreo	7
1.1.9.1 Muestreo aleatorio simple	7
1.1.9.2 Muestreo sistemático	8
1.1.9.3 Muestreo estratificado	8
1.1.9.4 Muestreo por conglomerados	8
1.2 Aplicación de la estadística inferencial	9
1.2.1 Estimación	9
1.2.1.1 Tipos de estimación	10
1.2.1.1.1 Estimación puntual	10
1.2.1.1.2 Estimación por intervalo de confianza	10
1.2.1.2 Propiedades para seleccionar un buen estimador	10
1.2.1.3 Nivel de confianza	11
1.2.1.4 Error estándar	12
1.2.1.5 Factor finito de corrección	12

Contenido	Página	
1.2.1.6	Máximo error de estimación	13
1.2.1.7	Intervalo de confianza para la media de una población	13
	1.2.1.7.1 Muestras grandes	13
	1.2.1.7.2 Muestras pequeñas	14
1.2.1.8	Intervalo de confianza para la proporción de una población	15
1.2.1.9	Intervalo de confianza para la diferencia entre dos proporciones	16
1.2.1.10	Determinación del tamaño apropiado de la muestra	17
	1.2.1.10.1 Tamaño de la muestra para estimar la media de la población	18
	1.2.1.10.2 Tamaño de la muestra para estimar la proporción de la población	19
1.2.2	Prueba de hipótesis	20
	1.2.2.1 Tipos de hipótesis	20
	1.2.2.1.1 Hipótesis nula	20
	1.2.2.1.2 Hipótesis alternativa	21
	1.2.2.2 Nivel de significación	22
	1.2.2.3 Prueba de hipótesis de dos extremos y de un extremo	22
	1.2.2.4 Tipos de error	25
	1.2.2.5 Pasos a seguir en una prueba de hipótesis	26
	1.2.2.5.1 Definir la hipótesis estadística H_0 y H_a	26
	1.2.2.5.2 Definir el criterio de prueba	26
	1.2.2.5.3 Determinar la regla de decisión	27
	1.2.2.5.4 Establecer el valor del estadístico de prueba	27
	1.2.2.5.5 Ubicación del estadístico de prueba	29
	1.2.2.5.6 Tomar decisión	30
	1.2.2.5.7 Interpretación y conclusión de los resultados	30
1.3	El café	30
	1.3.1 Historia del café	30

Contenido	Página
1.3.2 Cadena de transformación del café	32
1.3.3 Beneficio de café	33
1.3.4 Tipos de beneficio de café	33
1.3.4.1 Beneficio húmedo de café	33
1.3.4.2 Beneficio seco de café	34
1.3.4.2.1 Etapas del proceso productivo	34
1.3.4.2.1.1 Tolva pre-limpieza	34
1.3.4.2.1.2 Retrilla	35
1.3.4.2.1.3 Catadoras	36
1.3.4.2.1.4 Oliver	37
1.3.4.2.1.5 Clasificadoras de tamaños	38
1.3.4.2.1.6 Electrónicas	38
1.3.4.2.1.7 Bandas de escogido	39
1.3.5 Principales defectos del grano de café	40
1.3.5.1 Granos negros	41
1.3.5.2 Granos sobre- fermentados	41
1.3.5.3 Granos partidos	41
1.3.5.4 Granos mordidos	41
1.3.5.5 Granos carcomidos	42
1.3.5.6 Granos verdes	42
1.3.5.7 Granos blanqueados o descoloridos	42
1.3.5.8 Granos ámbar	42
1.3.5.9 Granos manchados	42
1.3.5.10 Granos con película rojiza	43
1.3.5.11 Granos deformes	43
1.3.5.12 Granos pequeños	43
1.3.5.13 Cerezos	43
1.3.5.14 Granos brocados	44
1.3.5.15 Granos quebrados	44

Contenido	Página
------------------	---------------

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN EL BENEFICIO SECO DE CAFÉ SANTA ISABEL

2.1	Beneficio seco de café Santa Isabel	45
2.1.1	Antecedentes históricos	46
2.1.2	Organización del beneficio seco	47
2.2	Descripción del proceso de producción del beneficio seco	49
2.3	Descripción del proceso de exportación de café	53
2.4	Situación actual de la toma de decisión en la eficiencia del proceso productivo	56
2.5	Metodología de la investigación	60
2.5.1	Definición de la población	61
2.5.2	Recolección de la información	61
2.5.3	Organización de la información	62
2.5.4	Clasificación de la información	62
2.5.5	Tabulación de la información	63
2.5.6	Presentación de la información	63
2.5.7	Resultados de la investigación	63

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UN BENEFICIO SECO DE CAFÉ

3.1	Objetivo de la aplicación	67
3.2	Aplicación del análisis estadístico inferencial	68
3.2.1	Estimación para la diferencia entre dos proporciones	68
3.2.1.1	Proceso de estimación	68

Contenido	Página
3.2.1.1.1 Estimación puntual	70
3.2.1.1.2 Error estándar del muestreo	70
3.2.1.1.3 Máximo error de estimación	71
3.2.1.1.4 Intervalo de confianza	72
3.2.2 Prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones	73
3.2.2.1 Proceso de prueba de hipótesis	73
3.2.2.1.1 Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna	74
3.2.2.1.2 Definición del criterio de prueba	74
3.2.2.1.3 Cálculo del estadístico de prueba	75
3.2.2.1.4 Ubicación del estadístico de prueba	77
3.2.2.1.5 Toma de decisión	77
3.2.2.1.6 Interpretación	78
3.2.3 Prueba de hipótesis para una proporción	78
3.2.3.1 Proceso de prueba de hipótesis	78
3.2.3.1.1 Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna	79
3.2.3.1.2 Definición del criterio de prueba	79
3.2.3.1.3 Cálculo del estadístico de prueba	80
3.2.3.1.4 Ubicación del estadístico de prueba	81
3.2.3.1.5 Toma de decisión	82
3.2.3.1.6 Interpretación	82
3.3 Guía de aplicación	83
 CONCLUSIONES	 97
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	101

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Nombre	Página
1	Tipos de error que se pueden cometer al tomar la decisión	25
2	Costo por quintal de café oro a procesar en el beneficio seco de café Santa Isabel	59

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Nombre	Página
1	Prueba de hipótesis de dos extremos	23
2	Prueba de hipótesis de extremo izquierdo	24
3	Prueba de hipótesis de extremo derecho	24
4	Porcentaje de lotes de café que fueron aceptados o rechazados para la exportación, cuando se requirió una preparación europea	60
5	Porcentaje de las condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó antes que el lote de café pasara por el proceso productivo	64
6	Porcentaje de las condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó después que el lote de café pasara por el proceso productivo	65
7	Intervalo de confianza	73
8	Definición del criterio de prueba	74
9	Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba	77
10	Definición del criterio de prueba para una proporción	79
11	Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba para una proporción	81

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Nombre	Página
1	Número de lotes de café que fueron aceptados o rechazados para la exportación, según el tipo de preparación que se requirió	60
2	Condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó antes que el lote de café pasara por el proceso productivo	63
3	Condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó después que el lote de café pasara por el proceso productivo	65

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

No.	Nombre	Página
1	Origen del cafeto	31
2	Cadena de transformación del café	32
3	Máquina Retrilla	35
4	Máquina Catadora	36
5	Máquina Oliver	37
6	Máquina Electrónica	39
7	Mujeres que clasifican el café en las bandas de escogido	40
8	Beneficio seco de café Santa Isabel	46
9	Almacenamiento de los sacos de café en estibas	50
10	Almacenamiento de los sacos de café listos para la exportación dentro del contenedor	56
11	Muestreador o Chuzo	61
12	Granos de café en oro del lote de café objeto de estudio	82

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Nombre	Página
1	Instrumentos utilizados en la investigación	101
2	Hoja de registro	108
3	Tabla de áreas bajo la curva normal estándar	114
4	Tabla de imperfecciones <i>"Green Coffee Association de Nueva York"</i>	116
5	Granos de café defectuosos	118
6	Instalaciones del beneficio seco de café Santa Isabel	122

INTRODUCCIÓN

Cada día los consumidores son más exigentes en la calidad de los productos y a medida que se agudiza la competencia tanto nacional como internacional, las empresas productoras, procesadoras y comercializadoras de café se enfrentan a la necesidad de vigilar y mantener la calidad del café, asegurándose de que el mismo cumpla con los estándares mínimos requeridos y poder así mantener la capacidad competitiva.

En cuanto a calidad del café se refiere, se puede definir como el conjunto de características físicas (forma, tamaño y color del grano) y organolépticas o sensoriales (aroma, cuerpo, acidez y sabor) que le dan al producto su aceptación en el mercado o en el gusto de los consumidores.

Es importante que todas las empresas cafetaleras se comprometan por el buen funcionamiento de los procesos productivos, ya que de ello depende la calidad del producto a obtener, por tales razones los propietarios del beneficio seco de café Santa Isabel, ubicado en la zona 6 de la ciudad capital de Guatemala y cuya actividad básica es la transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación, desean mejorar el proceso productivo.

Dicho beneficio de café desempeña un papel importante dentro de las preparaciones de café para exportación, por lo que debe trabajar de manera eficiente, teniendo en mente mantener la calidad del café, ya que se ha observado regularmente la presencia de gran cantidad de granos defectuosos en los lotes de café, después de aplicar el proceso productivo.

El presente trabajo de investigación se elaboró con el propósito de contribuir con el beneficio seco de café, mediante la aplicación del análisis estadístico inferencial como herramienta de apoyo para mejorar la toma de decisiones en la eficiencia del proceso productivo.

La tesis que se presenta, está conformada por tres capítulos; el primer capítulo se refiere al marco teórico que sirve de fundamento para la investigación, contiene información sobre los aspectos importantes de la estadística y el análisis inferencial, así como también se definen conceptos relacionados al beneficio de café, especialmente se hace énfasis en el beneficio seco, y se describe acerca de los principales defectos del grano de café.

El segundo capítulo corresponde al diagnóstico de la unidad de análisis, en el cual se hace referencia respecto a los antecedentes históricos y la organización del beneficio seco, así como también se realiza una descripción tanto del proceso de producción y exportación de café como de la situación actual sobre las decisiones que se toman dentro del mismo. Además se encuentra la metodología que se empleó para llevar a cabo la investigación, la cual consistió en tomar una muestra representativa antes y después de que el lote de café para una preparación europea pasara por el proceso productivo que se trabajó durante la cosecha 2007-2008 en el beneficio seco de café, esto con el propósito de obtener los datos necesarios y a partir de estos desarrollar el análisis estadístico inferencial.

En el tercer capítulo se expone la aplicación del análisis estadístico inferencial, a través del proceso de estimación y prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones, el cual permitirá determinar la diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café objeto de estudio, antes y después de pasar por el proceso productivo. Asimismo se detalla una guía que se elaboró, con el procedimiento que podrá emplear el beneficio seco de café, para que logre mantener la eficiencia del proceso productivo y la calidad del café.

Con base a los hallazgos encontrados se establecieron conclusiones del estudio y recomendaciones pertinentes. Finalmente se presenta la bibliografía consultada para la investigación y los anexos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Estadística

La estadística es la ciencia que estudia los métodos y procedimientos para recoger, organizar, resumir, presentar y analizar datos numéricos, así como para sacar conclusiones válidas y tomar decisiones razonables basadas en tal análisis.

Es usada de una forma diferente con un propósito diferente para cada una de las personas. Para unos se trata de un medio para recolectar y representar grandes cantidades de información y para otros se trata de un medio que proporciona métodos que los lleva a tomar la mejor decisión posible, basándose en muestras.

1.1.1 Proceso estadístico

El proceso estadístico consiste en la aplicación de las siguientes etapas: (1) recolección, (2) organización, (3) presentación, (4) análisis e (5) interpretación de los datos obtenidos a partir de una muestra o población objeto de estudio.

Cuando se debe encontrar la solución estadística de algún problema, es necesario desarrollar una secuencia de eventos, así:

- Definir cuidadosamente la situación bajo investigación.
- Recolectar los datos de las fuentes disponibles por medio de una muestra de la población, siguiendo un procedimiento establecido e idóneo.
- Los datos de la muestra se convierten en información útil, los cuales se deben organizar y presentar de manera lógica, para que revelen fácilmente el mensaje que contienen.

- Finalmente, se aplican los procedimientos de inferencia estadística a la información de la muestra, para obtener los valores que permitan realizar conclusiones sobre la población muestreada, las cuales se denominan inferencias.

Sin embargo no es suficiente obtener y presentar datos estadísticos; también hay que analizarlos e interpretarlos cuidadosamente, no solamente con el propósito de añadirlos al conocimiento científico en general, sino a fin de obtener información útil y tomar las mejores decisiones posibles con base en ellos.

1.1.2 Principales ramas de la estadística

Se diferencian dos usos o aplicaciones del método estadístico: la estadística descriptiva o deductiva y la estadística inferencial o inductiva.

1.1.2.1 Estadística descriptiva

Es una de las ramas de la estadística más accesible a la mayoría de las personas. Esta parte se dedica única y exclusivamente a la recolección, ordenamiento y tratamiento de la información para su presentación por medio de tablas y de representaciones gráficas, así como de la obtención de algunos parámetros y estadísticos útiles para la explicación de la información.

La estadística descriptiva conlleva una serie de pasos que tienen por objeto fundamental describir y analizar las características de un conjunto de datos, de esa manera se pueden obtener conclusiones sobre las características de dicho conjunto, sin que sobrepasen los conocimientos que proporcionan esos datos y sobre las relaciones existentes con otras poblaciones, a fin de compararlas, tales pasos son:

- Selección y determinación de la muestra
- Obtención de los datos

- Organización de los datos
- Clasificación de los datos
- Representación gráfica de los datos
- Análisis descriptivo de los datos

1.1.2.2 Estadística inferencial

La estadística inferencial es una parte de la estadística que comprende los métodos y procedimientos para deducir propiedades o hacer inferencias de una población, a partir de una pequeña parte de la misma, es decir mediante el uso de muestras aleatorias, sobrepasando los límites de los conocimientos aportados por los datos.

Está fundamentada en los resultados obtenidos de las técnicas descriptivas de una muestra de la población, con el fin de estimar o inferir el comportamiento o característica de la población muestreada de donde procede, por lo que recibe también el nombre de Inferencia Estadística.

Los datos originales se pueden recabar de una población completa o de una muestra seleccionada de esa población.

1.1.3 Población

La población es la colección completa de individuos u objetos de interés para el investigador. La idea más importante en estadística es el concepto de población. La población de interés se debe definir cuidadosamente y se considera que está completamente definida, sólo cuando se especifica la lista de elementos que pertenecen a ella. Un ejemplo de población bien definida es el conjunto de todos los sacos de café que pertenecen a un determinado lote de café.

Cuando es posible enumerar físicamente los elementos que pertenecen a una población, se dice que la población es finita. Cuando los elementos de una población son ilimitados, la población es infinita.

Es obvio que la observación de todos los elementos de la población se dificulta en cuanto al trabajo, tiempo y costos necesarios para hacerlo. En lugar de examinar el grupo entero llamado población o universo, se examina una pequeña parte del grupo denominada muestra.

1.1.4 Muestra

“Es una parte representativa de la población que se selecciona para ser estudiada, ya que la población es demasiado grande como para analizarla en su totalidad”. (6:9)

Una muestra estadística es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística a estudiar. El uso de muestras puede ser más exacto que el estudio de toda la población, porque el manejo de un menor número de datos provoca también menos errores en su utilización.

Un objetivo típico en estadística es describir la población con base en la información obtenida, mediante la observación de pocos elementos individuales, es decir, mediante el estudio de muestras que proporcionan datos; se estudia la muestra, pero el interés principal lo constituye la población.

Existen medidas para realizar descripciones cuantitativas de los conjuntos de datos, de poblaciones o de sus muestras, dentro de los cuales se encuentra el parámetro y el estadístico.

1.1.5 Parámetro

Es una medida descriptiva de una población total, por consiguiente, para obtener esos valores, es necesario revisar a todas y cada una de las unidades o elementos en la población.

Los parámetros de uso más generalizado, es decir aquellas medidas que ocurren con más frecuencia en la práctica son: media aritmética, varianza, desviación estándar y proporción o porcentaje. Estas medidas suelen estar representadas con letras griegas por ejemplo Miu (μ) y Sigma (σ).

Un parámetro es un valor fijo (no aleatorio) que caracteriza a una población en particular. En general, un parámetro es una cantidad desconocida y rara vez se puede determinar exactamente su valor, por la dificultad práctica de observar todas las unidades de una población. Por este motivo, se trata de estimar el valor de los parámetros desconocidos a través del empleo de muestras.

1.1.6 Estadístico

Es una medida cuantitativa, derivada de un conjunto de datos de una muestra, con el objetivo de estimar o contrastar características de una población. Los estadísticos emplean letras latinas minúsculas por ejemplo \bar{x} , s .

El estadístico se utiliza para describir características de una muestra, mientras que el parámetro para una población. El estadístico, si cumple con los requisitos técnicos, se puede emplear como una estimación del parámetro. Sin embargo, el interés se centra en la población y no en la muestra en sí.

La estadística inferencial involucra el uso de un estadístico para obtener una conclusión o inferencia sobre el parámetro correspondiente.

1.1.7 Muestra representativa

Es de gran importancia asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población, para que los resultados obtenidos de los datos muestrales se puedan extender a la población, es decir, se pueda hacer alguna inferencia o conclusión válida sobre la población de la cual hace parte la muestra.

Una muestra debe ser representativa de la población objeto de estudio, en cuanto al número de elementos que contiene y, a las características relevantes que dicha población posea. La representatividad en estadística se logra con el tipo de muestreo a utilizar en la selección de los elementos de la población que formarán la muestra.

Esto dependerá en gran parte de la forma como se tome la muestra y del cuidado que se tenga para garantizar que la muestra proporcione una imagen confiable de la población. Sin embargo, con frecuencia se comprueba que la muestra no es del todo representativa de la población, dando como resultado un error de muestreo.

1.1.8 Error de muestreo

Es el error aleatorio que ocurre cuando se toma una muestra, en lugar de estudiar la población completa. Una muestra es parcialmente representativa de la población de la cual se toma.

“El error de muestreo es la diferencia entre el estadístico de la muestra utilizada para calcular el parámetro de la población y el valor real pero desconocido del parámetro”. (6:10)

Existen dos formas en que se puede presentar el error de muestreo. El primer error de muestreo es el azar en el proceso de muestreo. Debido al factor azar en la selección de elementos de la muestra, es posible seleccionar sin darse cuenta, elementos que no sean característicos de la población.

La otra forma de generar error de muestreo es el sesgo. El sesgo muestral ocurre cuando hay alguna preferencia en la selección de algunos elementos de la población, que formarán parte de la muestra, en lugar de otros. Si el proceso de muestreo se diseña de manera incorrecta y tiende a promover la selección de demasiadas unidades con una característica en especial, a

expensas de las unidades que no tienen dicha característica, se dice que la muestra está sesgada y que no es representativa de la población.

1.1.9 Métodos de muestreo

El muestreo es la técnica o procedimiento que se utiliza para obtener una o más muestras de una población. Existen dos métodos para seleccionar muestras de poblaciones: el muestreo no aleatorio o de juicio y el muestreo aleatorio o de probabilidad. En el muestreo de probabilidad, todos los elementos de la población tienen la oportunidad de ser escogidos en la muestra. En el muestreo de juicio, se emplea el conocimiento y la opinión personal para identificar aquellos elementos de la población que se deben incluir en la muestra.

En el muestreo probabilístico se eligen algunas unidades de la población de manera aleatoria y, en base a ellas se deriva o se infiere una conclusión válida para toda la población.

Los tipos comunes de muestreo probabilístico son: el muestreo aleatorio simple, muestreo sistemático, muestreo estratificado y muestreo por conglomerados.

1.1.9.1 Muestreo aleatorio simple

Este tipo de muestreo permite que cada muestra de algún tamaño dado tenga la misma probabilidad de ser seleccionada y que cada elemento de la población tenga una oportunidad de ser incluido en la muestra.

Una muestra aleatoria simple se puede obtener enumerando cada elemento de la población sobre pedazos idénticos de papel, los cuales se colocan en un recipiente y luego se extrae el número deseado, o bien se puede utilizar de forma más técnica una tabla de números aleatorios.

1.1.9.2 Muestreo sistemático

El muestreo sistemático difiere del muestreo aleatorio simple, en que cada elemento tiene igual oportunidad de ser seleccionado, pero cada muestra no tiene una posibilidad igual de ser seleccionada.

Una selección sistemática, es aquella en la cual cada k-ésimo elemento se selecciona de una lista que representa una población o estrato de la población. Hay que calcular una constante, la cual se le denomina intervalo de muestreo $K = N/n$; donde N es el tamaño del universo y n el tamaño de la muestra. El primer número se escoge al azar de los primeros k artículos. La selección sistemática asegura que los artículos muestreados se espaciarán de manera uniforme en la población.

1.1.9.3 Muestreo estratificado

Si una población está compuesta de partes bastante uniformes y homogéneas, se puede mejorar la precisión de los resultados muestrales mediante la estratificación. Se descompone primero la población en estratos, de manera que los elementos que están dentro de cada estrato se parecen más que los elementos de la población como un todo. Luego, se extrae de cada estrato en forma aleatoria simple o sistemática, una parte asignada de la muestra.

1.1.9.4 Muestreo por conglomerados

Es el procedimiento por el cual la población se divide en varios grupos o conglomerados. Luego, a través del muestreo simple o sistemático, se selecciona una muestra de estos conglomerados. Se supone que dichos conglomerados individuales son representativos de la población como un todo.

Si por medio del muestreo por conglomerados, aún en cada grupo homogéneo la población es demasiado grande, esta se puede segmentar en estratos y posteriormente hacer uso del muestreo aleatorio simple y/o sistemático, para que se esta forma la muestra sea más manejable.

Tanto en el muestreo estratificado como en el de conglomerado, la población se divide en grupos bien definidos. Se usa el muestreo estratificado cuando cada grupo tiene una pequeña variación dentro de sí mismo, pero hay una amplia variación entre los grupos. Se usa el muestreo de conglomerado en el caso opuesto, cuando hay una variación considerable dentro de cada grupo, pero los grupos son esencialmente similares entre sí.

1.2 Aplicación de la estadística inferencial

La inferencia estadística es primordialmente de naturaleza inductiva y llega a generalizar respecto a las características de una población, valiéndose de las observaciones de la muestra.

La inferencia estadística se puede dividir en dos grandes áreas: **estimación de parámetros** y **prueba de hipótesis**.

1.2.1 Estimación

Se debe estar bien consciente de que las poblaciones son generalmente muy grandes como para ser estudiadas en su totalidad. Su tamaño requiere que se seleccionen muestras, las cuales se pueden utilizar posteriormente para hacer inferencias sobre las poblaciones.

En estadística se llama estimación al conjunto de técnicas que permiten dar un valor aproximado de un parámetro de una población a partir de los datos proporcionados por una muestra.

Un estimador es una estadística de muestra utilizada para estimar un parámetro de población. La media de la muestra \bar{X} puede ser un estimador de la media de la población μ , y la proporción de la muestra p se puede utilizar como estimador de la proporción de la población P .

1.2.1.1 Tipos de estimación

Se pueden hacer dos tipos de estimaciones, una estimación de un parámetro dada por un sólo número se llama estimación de punto del parámetro. Una estimación de un parámetro dada por dos puntos, entre los cuales se pueden considerar encajado al parámetro, se llama estimación del intervalo del parámetro.

1.2.1.1.1 Estimación puntual

Utiliza un valor estadístico para estimar un parámetro desconocido, a menudo resulta insuficiente, debido a que sólo tiene dos opciones: es correcta o es errónea. Es mucho más útil si viene acompañada por una estimación del error que podría estar implicado. Por ejemplo, cuando se usa la media muestral \bar{X} para estimar la media de una población μ o la proporción de una muestra p para estimar el parámetro P de una distribución binomial.

1.2.1.1.2 Estimación por intervalo de confianza

Esta estimación consiste en utilizar un intervalo de valores para estimar el parámetro de población, en donde es posible que dentro de dicho intervalo se encuentre el verdadero valor del parámetro estimado con una cierta probabilidad o nivel de confianza determinada.

1.2.1.2 Propiedades para seleccionar un buen estimador

El estimador es el procedimiento que se utiliza para obtener como resultado una estimación del parámetro en interés. Comúnmente para este propósito se emplea un estimador puntual y un estimador por intervalo.

Para que el estimador pueda cumplir de manera confiable con su función, debe presentar las siguientes propiedades:

- **Estimador insesgado:** ocurre cuando la media del estadístico que se calculó en todas las muestras, es decir, la media de la distribución muestral del estadístico ha de coincidir con el parámetro poblacional correspondiente.
- **Estimador eficiente:** dependerá de la varianza que se posee, ya que un estimador con una varianza más pequeña permitirá hacer una estimación de forma más próxima del parámetro, debido a que existe una menor dispersión.
- **Estimador consistente:** se refiere cuando, a medida que el tamaño de la muestra se incrementa, el estimador se aproxima al valor del parámetro, es decir, la probabilidad de que el estimador se encuentre muy cerca del parámetro es casi uno.
- **Estimador suficiente:** ocurre cuando el estimador utiliza toda la información que contiene la muestra sobre el parámetro.

En la estimación por intervalo se usan los elementos siguientes:

1.2.1.3 Nivel de confianza

En estadística, la probabilidad que se asocia con una estimación de intervalo se conoce como nivel de confianza. Esta probabilidad indica qué tanta confianza se tiene de que la estimación de intervalo incluya al parámetro de población. Una probabilidad más alta indica más confianza.

En estimación, los niveles de confianza que se utilizan con más frecuencia son 90, 95 y 99%, que corresponden con los valores de significación α de 0.10, 0.05 y 0.01 respectivamente; pero siempre existe plena libertad para escoger cualquier nivel de confianza. Estos tres niveles de confianza, denominados coeficientes de confianza son simplemente convencionales.

La probabilidad de equivocarse en la estimación se llama nivel de significación, esto es, la diferencia entre la certeza y el nivel de confianza. Es el valor que no contendría la media o la proporción poblacional, denominado también valor de alfa y se simboliza como: α . La probabilidad de que el verdadero valor del parámetro se encuentre en el intervalo construido se conoce como nivel de confianza, y se denota: $(1-\alpha)$ o β .

1.2.1.4 Error estándar

El error estándar indica no solamente el tamaño del error aleatorio que se ha cometido en el proceso de muestreo, sino también la probable precisión que se obtendrá si se utiliza un estadístico de muestra para estimar un parámetro de la población.

Una distribución de medias o de proporciones muestrales que está menos extendida, es decir, que tiene un error estándar pequeño, es un buen estimador de la media o la proporción poblacional, que en una distribución de medias o de proporciones muestrales que se encuentra ampliamente dispersa y que tiene un error estándar más grande.

El error estándar de estimación, no es más que la desviación estándar del estimador, que se expresa en las mismas unidades del parámetro que se está estimando. Es concretamente el error de muestreo.

1.2.1.5 Factor finito de corrección

Es un componente matemático-estadístico que se utiliza para corregir la desviación estándar de la distribución del muestreo de la media o de la proporción, cuando la proporción de los elementos de la muestra, con respecto de la población, es mayor o igual al 5% y se calcula a través de:

$$F.F.C = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

1.2.1.6 Máximo error de estimación

Cantidad máxima que podría aceptarse dentro de los límites en que se hará la estimación de intervalo, para un nivel de confianza determinado. Este valor se encuentra sobre y bajo el verdadero valor del parámetro de interés, sea para medias o para proporciones. Se identifica con la letra E .

Las fórmulas a utilizar respectivamente, tanto para medias aritméticas, proporciones como para diferencia entre dos proporciones, son las siguientes:

$$E = \pm Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \qquad E = \pm Z \sqrt{\frac{pq}{n}} \qquad E = \pm Z \sqrt{\frac{p_1q_1}{n_1} + \frac{p_2q_2}{n_2}}$$

1.2.1.7 Intervalo de confianza para la media de una población

1.2.1.7.1 Muestras grandes

De una población de media μ y desviación típica σ se pueden tomar muestras de n elementos. Cada una de estas muestras tiene a su vez una media (\bar{X}). Se puede demostrar que la media de todas las medias muestrales coincide con la media poblacional: $\mu_{\bar{X}} = \mu$

Si el tamaño de las muestras es lo suficientemente grande, es decir, cuando es igual o mayor que 30, las medias muestrales tienden a presentar una distribución normal. En esta distribución normal de medias se puede calcular el intervalo de confianza, donde se encontrará la media poblacional, sólo si se conoce la media muestral (\bar{X}), con una confianza determinada.

El intervalo de confianza para estimar μ cuando σ es conocida se determina de la siguiente manera:

$$I.C. = \bar{X} \pm Z\sigma_{\bar{X}}$$

Para poder determinar el intervalo de confianza es necesario encontrar el error estándar de la media, que es la desviación estándar de la distribución del muestreo de la media, mediante la fórmula siguiente:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$\sigma_{\bar{x}}$ = error estándar de las medias muestrales.

σ = desviación estándar de la población.

n = tamaño de la muestra.

Generalmente, cuando se quiere construir un intervalo de confianza para la media poblacional μ , la desviación estándar de la poblacional σ es desconocida, por lo que en el intervalo se reemplaza la desviación estándar poblacional σ por la desviación estándar muestral S .

$$I.C. = \bar{X} \pm Z \frac{S}{\sqrt{n}}$$

1.2.1.7.2 Muestras pequeñas

En probabilidad y estadística, la distribución t o distribución t de Student, es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población que es normal o casi normal y que el tamaño de la muestra es pequeña.

Debido a que se utiliza cuando el tamaño de la muestra es menor de 30, los estadísticos, con frecuencia, asocian la distribución t con estadísticas de muestra pequeñas. Esto no es del todo cierto, pues el tamaño de la muestra es una de las condiciones que nos lleva a utilizar la distribución de t .

La segunda condición es que la desviación estándar de la población debe ser desconocida. Además, al utilizar la distribución t , se supone que la población es normal o aproximadamente normal.

La distribución t depende de los grados de libertad, que es el número de observaciones menos el número de restricciones impuestas sobre tales observaciones, es decir, el número que se puede escoger libremente $gl = n - 1$.

Para estimar la media poblacional en muestras pequeñas, el intervalo de confianza se puede determinar con la siguiente fórmula:

$$I.C. = \bar{X} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

1.2.1.8 Intervalo de confianza para la proporción de una población

Hasta aquí se ha enfocado en el procedimiento para estimar medias poblacionales. Sin embargo, es también común que el investigador o los estadísticos, presenten una estimación de una variable aleatoria discreta, o de una proporción poblacional, con base en la proporción que se obtiene de una muestra aleatoria.

Una proporción representa un atributo de una población, en vez de un valor promedio de una variable. Como normalmente no se puede estudiar a todos los individuos de una población por diversas razones, se tiene que tomar una muestra. En este caso se estudia la proporción de individuos que presentan la característica, objeto de estudio, en la muestra que se ha tomado, teniendo así la proporción de la muestra, que se representara por p .

Teóricamente, la distribución binomial es la distribución correcta para utilizar en la construcción de intervalos de confianza, para estimar la proporción de una población.

El error estándar de la distribución muestral de las proporciones se determina mediante la siguiente fórmula:

$$S_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Cuando el parámetro de interés que se desea estimar es la proporción poblacional, el intervalo de confianza se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$I.C. = p \pm Z \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Donde:

p = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

q = proporción muestral complemento (1- *p*)

n = tamaño de la muestra

1.2.1.9 Intervalo de confianza para la diferencia entre dos proporciones

Existen ocasiones en las cuales se está interesado en comparar dos proporciones, ya sea que pertenezcan a la misma o a diferente población. El procedimiento para realizar la estimación por intervalo entre dos proporciones es similar cuando es solamente para una.

El intervalo de confianza para la diferencia entre dos proporciones se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I.C. = (p_1 - p_2) \pm (Z)S_{p_1-p_2}$$

En donde:

***p*₁** y ***p*₂** son las proporciones muestrales de dos muestras aleatorias con su propia proporción de “éxitos”.

***S*_{*p*₁-*p*₂}** error estándar de la diferencia entre dos proporciones muestrales.

Sin embargo, para calcular dicho intervalo es necesario conocer el error estándar de la diferencia entre proporciones, que se determina de la siguiente manera:

$$S_{p_1-p_2} = \sqrt{\frac{p_1q_1}{n_1} + \frac{p_2q_2}{n_2}}$$

1.2.1.10 Determinación del tamaño apropiado de la muestra

En todos los análisis que se han hecho hasta aquí, se ha utilizado el símbolo n . Ahora es necesario saber como determinar el número que se debe usar. Si ésta es muy pequeña, se puede fallar en la obtención de los objetivos del análisis; pero si es demasiado grande, se desperdiciarían recursos cuando se tome la muestra.

El tamaño de la muestra que se debe escoger para hacer una estimación del parámetro con las características especificadas (nivel de confianza y error de estimación) es un aspecto de gran importancia ya que:

1. Si se toma una muestra más grande de la indicada para alcanzar los resultados propuestos, constituye un desperdicio de recursos (tiempo, dinero, etc.); mientras que una muestra demasiado pequeña, conduce a menudo a resultados poco confiables.
2. Cuando se elige una muestra de tamaño n sólo se revisa una fracción o parte de la población y, con base en ella se toman decisiones que afectan a toda la población. Es evidente que por este procedimiento, se abre la posibilidad de que haya equivocación en las decisiones, pero esta posibilidad depende en gran medida del tamaño de muestra o fracción de población que se haya analizado.
3. El tamaño que debe tener la muestra, depende del nivel de confianza propuesto, así como del máximo error que se esté dispuesto a admitir entre el valor estimado y el valor real del parámetro, que corresponde al error de estimación.

Para estimar el tamaño de la muestra hay que tomar en cuenta los siguientes elementos importantes:

- El valor de significación o de confianza con que se piense trabajar.
- El valor del máximo error de estimación que se esté dispuesto ha aceptar sobre y bajo el valor del parámetro de interés.
- La desviación estándar de la población, conocida o estimada.
- Si se conoce el número de elementos de la población de interés.
- Al momento del resultado final, al valor encontrado siempre se le debe de aproximar al número inmediato superior, aún cuando las cifras decimales sean menores de 0.5.

1.2.1.10.1 Tamaño de la muestra para estimar la media de la población

El tamaño muestral para medias aritméticas, cuando se desconoce el número de elementos de la población, se determina a través de la fórmula siguiente:

$$n = \left[\frac{Z\sigma}{E} \right]^2$$

En donde E es el máximo error tolerable que el investigador esta dispuesto a aceptar, este valor depende de que tan crítico es el trabajo de investigación. El valor de Z depende del nivel de confianza requerido. Esto deja sólo por determinar σ para calcular el tamaño muestral apropiado. Cuando no se tiene disponible el valor de la desviación estándar de la población se puede estimar mediante la desviación estándar muestral (S).

Cuando se conoce o se puede estimar la desviación estándar de la población y cuando se conoce el número de elementos de la población, el tamaño adecuado de la muestra para medias aritméticas, se calcula de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{Z^2 \sigma^2 + E^2 (N - 1)}$$

1.2.1.10.2 Tamaño de la muestra para estimar proporción de la población

El procedimiento que se utiliza para determinar el tamaño adecuado de la muestra cuando es para estimar una proporción de población es parecido al que se utiliza para estimar una media de población. Si se desea estimar una proporción, se necesita determinar el nivel de confianza a utilizar ($1-\alpha$).

Sin embargo, para encontrar el tamaño de muestra n , se requiere una estimación de los parámetros de P y Q de la población. Si se tiene una buena idea del comportamiento de la proporción real de la población, se puede utilizar para calcular n . Pero si no se tiene idea del valor de P , entonces la mejor estrategia es que el tamaño de la muestra sea lo suficientemente grande para dar, al menos, la precisión que se necesita sin importar el verdadero valor de P .

La manera de obtener un número de elementos muestrales más grande, es generando un numerador más grande para estimar la proporción poblacional, y esto se logra aumentando el valor de P y Q al máximo, o sea donde $P=0.5$ y $Q=0.5$.

$$n = \frac{Z^2(P)(Q)}{E^2}$$

Siendo:

P = proporción que posee la característica objeto de estudio “éxito”

Q = proporción complemento de la población ($1-P$)

E = máximo error aceptado

Cuando se conoce el número de elementos de la población, se utiliza para determinar el tamaño adecuado de la muestra para estimar proporciones, la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2(P)(Q)N}{E^2(N-1) + Z^2(P)(Q)}$$

1.2.2 Prueba de hipótesis

En el análisis estadístico se hace una proposición o conjetura, con respecto al parámetro de una o más poblaciones, es decir, se plantea una hipótesis con el propósito de ponerse a prueba. Estas aseveraciones o suposiciones pueden ser con respecto a uno o varios parámetros, ó con respecto a la forma de las respectivas distribuciones de probabilidad.

La prueba de hipótesis es un procedimiento, que conduce a una decisión de no rechazar o rechazar cierta hipótesis, con base en los resultados de una muestra.

Los procedimientos de prueba de hipótesis, dependen del empleo de la información contenida en una muestra aleatoria de la población de interés. Si esta información es consistente con la hipótesis, se concluye que ésta es verdadera; sin embargo, si esta información es inconsistente con la hipótesis, se concluye que ésta es falsa.

El propósito de la prueba de hipótesis no es cuestionar el valor calculado del estadístico de muestra, sino realizar un juicio referente a la diferencia entre el estadístico de muestra y un valor planteado del parámetro. En muchos casos se plantea una hipótesis estadística con el único propósito de rechazarla o no rechazarla.

1.2.2.1 Tipos de hipótesis

En la prueba de hipótesis se comienza suponiendo un valor de un parámetro que, a juicio del investigador, sea el más adecuado de acuerdo con la información disponible, a esta suposición se le llama hipótesis nula.

1.2.2.1.1 Hipótesis nula

Es una afirmación sobre un parámetro poblacional que tiene un valor específico. Es la hipótesis que se prueba y se simboliza: H_0 o "H Subcero".

Generalmente, se plantea como hipótesis "nula" a la hipótesis en la cual no existe cambio, es decir, que la diferencia es "nula" entre los valores a comparar. El rechazo de la hipótesis nula siempre conduce al no rechazo de la hipótesis alternativa. El planteamiento de la hipótesis nula siempre contiene un signo de igualdad con respecto al valor especificado del parámetro. Suele llevar los signos "=", "≥", "≤".

“Con base en los datos muestrales, esta hipótesis nula es rechazada o no rechazada. Nunca se puede “aceptar” la hipótesis nula como verdadera. El no rechazo de la hipótesis nula solamente significa que la evidencia muestral no es lo suficientemente fuerte como para llevar a su rechazo”. (6:199)

1.2.2.1.2 Hipótesis alternativa

Es la afirmación sobre el mismo parámetro de la población que se usa en la hipótesis nula. En general, es una afirmación que especifica que el parámetro de la población tiene un valor diferente, de alguna manera, del valor proporcionado en la hipótesis nula. Es la opuesta de lo que se afirma en la hipótesis nula y se representa como **H_a**.

Esta hipótesis no se rechaza si se rechaza la hipótesis nula, es decir los datos muestrales proporcionan evidencia suficiente de que la hipótesis nula es falsa. Se le conoce también como la hipótesis de investigación. El planteamiento de la hipótesis alternativa nunca contiene un signo de igualdad con respecto al valor especificado del parámetro. Suele llevar los signos (\neq , $<$, $>$).

Antes que se rechace la hipótesis nula, la media o la proporción muestral debe diferir significativamente de la media o la proporción poblacional planteada como hipótesis. Una conclusión con base en un rechazo de la hipótesis nula, es más significativa que una que termine en una decisión de no rechazo.

“La diferencia estadísticamente insignificante en la diferencia entre el valor de la media poblacional bajo la hipótesis y el valor de la media muestral que es lo suficientemente pequeña como para atribuirla a un error de muestreo” (6:200)

1.2.2.2 Nivel de significación

Es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Se le denota mediante la letra griega α , también es denominada como nivel de riesgo, este término es más adecuado, ya que se corre el riesgo de rechazar la hipótesis nula, cuando en realidad es verdadera. Este nivel está bajo el control de la persona que realiza la prueba.

En la práctica es frecuente un nivel de significancia de 0.05 ó 0.01, pero si bien es posible probar una hipótesis a cualquier nivel de significancia. Si, por ejemplo, se escoge un nivel de significancia del 5% ó 0.05 al diseñar una regla de decisión entonces hay unas cinco oportunidades entre cien de rechazar la hipótesis, cuando debiera haberse aceptado; es decir, se tiene un 95% de confianza de que se ha adoptado la decisión correcta.

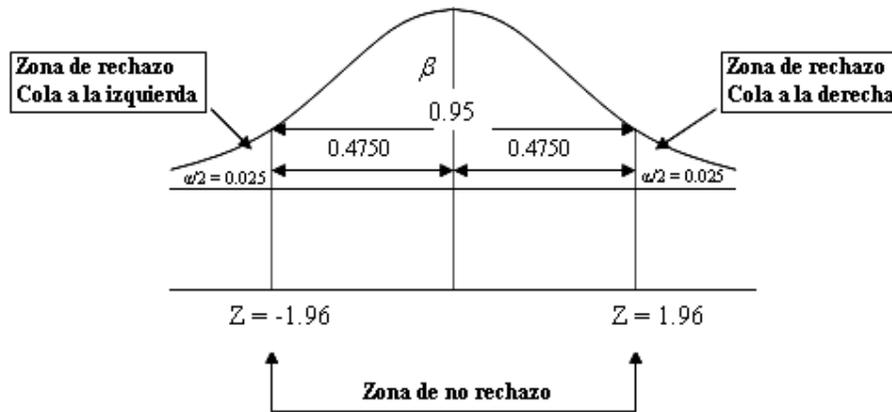
1.2.2.3 Prueba de hipótesis de dos extremos y de un extremo

En la prueba bilateral o de dos extremos la hipótesis planteada se formula con el signo de igualdad $H_0: \mu = ?$ o $H_0: P = ?$ y la hipótesis alternativa con el signo de no igualdad $H_a: \mu \neq ?$ o $H_a: P \neq ?$.

El área bajo la curva, en los criterios de prueba para la media o la proporción muestral se divide en dos regiones, una región de rechazo y una región de no rechazo. Si la estadística de la prueba cae dentro de la región de no rechazo, no se puede rechazar la hipótesis nula.

Gráfica No. 1

Prueba de hipótesis de dos extremos



Fuente: Webster Allen L. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Pág. 200.

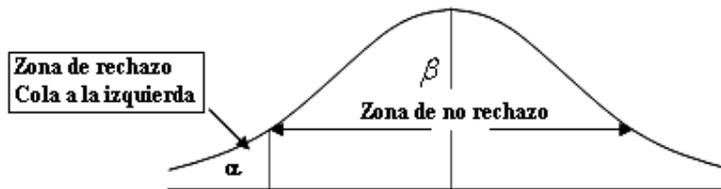
Para determinar las zonas de rechazo, es necesario establecer primero los valores críticos de prueba, basados en el nivel de confianza. Para hallarlos, por ejemplo para un valor de Z , divide entre 2 el nivel de confianza del 95%. En la tabla Z , el área de $0.95/2 = 0.4750$ indica un valor Z de 1.96, es decir, que el 95% de toda el área bajo la curva está incluido en un intervalo que se extiende $\pm 1.96 \sigma_{\bar{x}}$. El restante 5% es el nivel de significancia o el valor alfa de la prueba, que está distribuido entre las dos colas, con 2.5% en cada zona de rechazo.

Con frecuencia, no obstante se encontrará interés tan sólo en valores extremos a un lado del parámetro (o sea, en uno de los extremos de la distribución), tales pruebas de hipótesis se llaman unilaterales, o de un extremo. En estas situaciones, la región crítica es una región situada a un lado de la distribución, que es determinada por la hipótesis alternativa, con área igual al nivel de significación.

En general, se utiliza una prueba de extremo izquierdo si la hipótesis alterna es: $H_a: \mu < ?$ o $H_a: P < ?$. La región de rechazo está en el extremo izquierdo de la distribución, ésta es la razón por la que se denomina prueba de extremo inferior.

Gráfica No. 2

Prueba de hipótesis de extremo izquierdo



Fuente: Webster Allen L. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Pág. 206.

El otro tipo de prueba de un extremo es una prueba de hipótesis de extremo derecho (o prueba de extremo superior). Una prueba de extremo superior se utiliza cuando la hipótesis alterna es: $H_a: \mu > ?$ o $H_a: P > ?$.

Gráfica No. 3

Prueba de hipótesis de extremo derecho



Fuente: Webster Allen L. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Pág. 206.

Para calcular el valor de Z en una prueba unilateral se toma como base el nivel de significación. Por ejemplo para un nivel de significación del 0.05 el valor de Z se determina de la siguiente manera: $0.50 - 0.05 = 0.4500$. El área de 0.4500 indica un valor Z de 1.65, de acuerdo con la tabla de áreas bajo la curva normal estándar.

1.2.2.4 Tipos de error

Al tomar una decisión en una prueba de hipótesis, hay cuatro posibles resultados que pueden ocurrir, como se ilustra en el siguiente diagrama:

Cuadro No. 1

Tipos de error que se pueden cometer al tomar la decisión

RESULTADO DE LA PRUEBA DE HIPOTESIS DECISIÓN	HIPÓTESIS NULA (H_0)	
	LA HIPÓTESIS H_0 ES VERDADERA	LA HIPÓTESIS H_0 ES FALSA
NO RECHAZAR LA HIPÓTESIS H_0	DECISIÓN CORRECTA	ERROR TIPO II Probabilidad = β
RECHAZAR LA HIPÓTESIS H_0	ERROR TIPO I Probabilidad = α <i>Nivel de Significancia</i>	DECISIÓN CORRECTA

Fuente: MORALES PEÑA, OTTO RENÉ; Y ÓSCAR HAROLDO QUIÑÓNEZ PORRAS, 2005.

Bases para la Estadística inferencial. Pág. 68.

Dos de los resultados involucran decisiones correctas y dos de las decisiones involucran decisiones incorrectas. Rechazar H_0 cuando es verdadera y no rechazar H_0 cuando es falsa, son decisiones incorrectas. Rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera se llama **error Tipo I** y no rechazar la hipótesis nula cuando es falsa se llama **error Tipo II**.

La probabilidad de rechazar H_0 , dado que H_0 es verdadera, se define como la probabilidad del error Tipo I y se denota por el símbolo α (alfa). También es el nivel de significancia de la prueba. La probabilidad de no rechazar H_0 , dado que H_0 es falsa, se define como la probabilidad del error Tipo II y se denota por el símbolo β (beta).

1.2.2.5 Pasos a seguir en una prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis es un procedimiento por el cual se establece la hipótesis nula y la alterna con el fin de resolver un problema. Se calcula el valor de una prueba estadística, a un nivel de significancia previamente seleccionado. El estadístico de prueba se compara con el valor obtenido de la tabla de la distribución estadística apropiada. Esta comparación llevará a tomar la decisión de rechazar o no la hipótesis nula.

La prueba de hipótesis se realiza mediante una secuencia lógica y ordenada de varios pasos:

1.2.2.5.1 Paso 1

Definir la hipótesis estadística H_0 y H_a

Se debe establecer el valor supuesto o hipotetizado del parámetro de población antes de comenzar a tomar la muestra. La suposición que se desea probar se conoce como hipótesis nula H_0 .

La hipótesis alternativa describe la conclusión a la que se llegará si se rechaza la hipótesis nula. La hipótesis alternativa no se rechaza, si los datos de la muestra proporcionan suficiente evidencia estadística, de que la hipótesis nula es falsa.

La hipótesis nula y alterna son planteadas para un parámetro de población, ya sea para media aritmética, proporción o diferencia entre dos proporciones.

1.2.2.5.2 Paso 2

Definir el criterio de prueba

En esta fase es necesario ubicar el área de no rechazo y el área de rechazo. La zona de rechazo tiene una magnitud dada por α y una dirección dada por la hipótesis alternativa, según el signo que ésta posee.

Posteriormente se deberá definir el valor crítico de prueba, el cual es un punto de división entre la zona en la que no se rechaza la hipótesis nula y la zona en la que se rechaza la hipótesis nula. Sin embargo, para poder determinar dicho valor, es necesario conocer el valor de confianza o el valor de significación al que se sujetará la prueba.

De acuerdo con la ubicación del área de rechazo, se buscará en la tabla de la distribución normal Z o de la distribución t , según sea el caso, el área correspondiente para encontrar el criterio de prueba.

1.2.2.5.3 Paso 3

Determinar la regla de decisión

Se establece las condiciones específicas en las que no se rechaza la hipótesis nula y las condiciones en que se rechaza la hipótesis nula.

Los valores críticos de Z o t permiten establecer una regla de decisión que determine si se rechaza la hipótesis nula o no.

Por ejemplo: **La regla de decisión:** No se rechaza la hipótesis nula si los valores de Z están entre ± 1.96 . Se rechaza la hipótesis nula si el valor Z es menor que -1.96 o mayor que $+1.96$.

1.2.2.5.4 Paso 4

Establecer el valor del estadístico de prueba

Es un valor determinado que se calcula con base a la información de la muestra, y que se utiliza para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula.

En la prueba de hipótesis para la media, el estadístico de prueba Z se calcula con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

En donde el valor Z se basa en la distribución de muestreo de \bar{X} , que tiene una distribución normal, cuando la muestra es razonablemente grande.

\bar{X} = media muestral

μ = valor de la media poblacional bajo la hipótesis nula

σ/\sqrt{n} = error estándar de la distribución muestral de la media aritmética

Cuando se desconoce la desviación estándar de la población, se utiliza la desviación estándar de la muestra, para calcular el estadístico de prueba para medias aritméticas.

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Cuando el tamaño de la muestra n es menor de 30 y la desviación estándar poblacional es desconocida, en la prueba de hipótesis para una media poblacional μ , se utiliza el valor estadístico t . La distribución t apropiada tiene $n - 1$ grados de libertad. El estadístico de prueba, para una distribución t de Student, se calcula de la siguiente manera:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

La distribución binomial es la distribución teóricamente apropiada para usarse cuando se trabaja con proporciones, debido a que los datos son discretos, no continuos. Un valor calculado de Z a partir de la muestra se compara con un valor crítico de Z con base en el valor α seleccionado. El valor del estadístico de prueba se calcula con la fórmula siguiente:

$$Z = \frac{p - P}{\sqrt{\frac{PQ}{n}}}$$

En donde:

p = proporción muestral de las observaciones que se consideran “éxitos”

P = valor de la proporción poblacional bajo la hipótesis nula

Q = proporción complemento de la población ($1 - P$)

Un error estándar de la proporción muestral mide la tendencia de las proporciones muestrales a desviarse de la proporción poblacional desconocida, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Cuando se desea hacer una prueba de hipótesis para la diferencia de dos proporciones, el valor estadístico de prueba se determina de la siguiente manera:

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_c Q_c}{n_1} + \frac{P_c Q_c}{n_2}}}$$

Sin embargo, para calcular el estadístico de prueba es necesario obtener primero el valor de P_c mediante la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{(n_1)(p_1) + (n_2)(p_2)}{n_1 + n_2}$$

1.2.2.5.5 Paso 5

Ubicación del estadístico de prueba

Para ubicar el estadístico de prueba se debe tomar en cuenta tanto el signo como el valor del mismo, ya que de esto dependerá para ver si se ubicará a la derecha o a la izquierda del valor crítico de prueba y en consecuencia se podrá determinar si se encuentra en el área de no rechazo o de rechazo.

1.2.2.5.6 Paso 6

Tomar decisión

Dependiendo en donde cae el estadístico de prueba, se compara con el valor crítico y se toma la decisión de rechazar o no la hipótesis nula. En una prueba de hipótesis sólo se puede tomar una de dos decisiones: rechazar o no la hipótesis nula. Es importante recordar que siempre existe la posibilidad de rechazar la hipótesis nula cuando no debería haberse rechazado, así como también existe la posibilidad de que la hipótesis nula no se rechace cuando debería haberse rechazado.

1.2.2.5.7 Paso 7

Interpretación y conclusión de los resultados

Se llega a una conclusión, utilizando como base la toma de decisión que se realizó en el paso anterior, para determinar con un nivel de significación si se tenía razón o no respecto al planteamiento que se plasmó en la hipótesis nula.

1.3 El café

1.3.1 Historia del café

“El cafeto es originario de Etiopia, África. Se desconoce la fecha exacta en que se empezó a cultivar el café, pero de allí se traslado a Asia por el Mar Rojo, hasta llegar a Arabia, de donde se establecieron extensas plantaciones de café en la región árabe del Yemen, la cual era la única fuente de suministro de café en el mundo. Posteriormente se extendió al Lejano Oriente y después a Europa durante el siglo XVII.

A principios del siglo XVIII, los holandeses introdujeron el cultivo del cafeto en Java y distribuyeron plantas a otros países tropicales. La infusión de café se hizo pronto bebida popular tanto en Europa como en America.

El origen más probable de la palabra café proviene de los Mahometanos, quienes le llamaron Kahoueh al café, el cual se utilizaba para designar a las bebidas alcohólicas y por lo tanto al momento de comercializar el grano tomo finalmente en castellano el nombre de café.

Fotografía No. 1

Origen del cafeto



Fuente: HEYE, NEEDHAM; & PARTNER GmbH. 2000. Kaffee Magazin.

La historia de la caficultura en Guatemala, comienza cuando a iniciativa de los padres jesuitas introdujeron las primeras plantas de café, las cuales se utilizaron con fines ornamentales, esto por el año de 1,760.

En 1,850 decayó el mercado mundial del añil, principal producto de exportación del país. Esto se constituyó en un paso trascendental para el fomento y cultivo del cafeto, lo que dio como resultado la primera exportación de café a Europa, de 480 quintales oro en el año de 1,858.

De esta manera el cultivo del café se comenzó a establecer en el renglón principal de la economía del país y pasó a ocupar uno de los primeros lugares entre los productos de exportación.

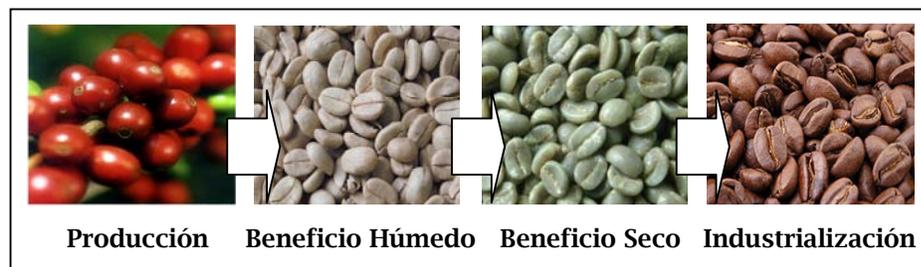
Históricamente el café de Guatemala, se reconoce como uno de mejores que se producen a nivel mundial, por la calidad y características especiales que este posee”. (8:11)

1.3.2 Cadena de transformación del café

La cadena de transformación del café consiste en disgregar la forma que posee el café, es decir, convertir el café cereza a pergamino, el café pergamino a café oro y de café oro a tostado y molido. Las etapas de la cadena de transformación del café son: la producción, el beneficio húmedo, el beneficio seco y la industrialización.

Fotografía No.2

Cadena de transformación del café



Fuente: Elaboración propia. Agosto de 2008.

- La producción del café consiste en todas aquellas actividades agrícolas que se realizan en el cafetal para obtener café cereza.
- El beneficio húmedo es en donde se convierte el café cereza en café pergamino.
- El beneficio seco es en donde se convierte el café pergamino en café oro.
- La industrialización consiste en tostar, moler y envasar el café.

Solo es posible obtener café de calidad si cada una de las etapas del cultivo y transformación se realizan adecuadamente, es decir, si no se cuida el café desde el inicio, no se podrá obtener café de calidad, por más que se trabaje bien en las otras etapas de la cadena de transformación.

Además de nada sirve tener buena calidad en la producción, si en el beneficiado se procesa mal o se mezcla con café de baja calidad o de alturas diferentes.

1.3.3 Beneficio de café

Al proceso industrial para la transformación de café cereza a pergamino y de éste a café oro, se le conoce con el nombre de beneficiado. El beneficio de café se realiza en dos procesos, uno para transformarlo de cereza madura a pergamino, al cual se le llama beneficio húmedo y otro, para transformarlo de pergamino a oro, proceso al que se le denomina beneficio seco. Al café que se obtiene mediante estos dos procesos completos se le conoce como: Café lavado ó suave.

El beneficio es el nombre que se le dá en Centro América, a las instalaciones que se utilizan para realizar las actividades del proceso de producción en la transformación del café.

1.3.4 Tipos de beneficio de café

A continuación se describen los dos procesos que existen para el beneficiado del café:

1.3.4.1 Beneficio húmedo de café

Es el proceso productivo que transforma el fruto de café, conocido como café cereza o café maduro, a café pergamino. El café cereza constituye la materia prima para el proceso que se realiza en dicho beneficio. En este lugar es donde se procede a quitar la cáscara del fruto, en máquinas llamadas despulpadoras, luego se realiza la fermentación en pilas y se lava el grano con suficiente agua con el objetivo de quitarle el mucílago que cubre el grano, el que finalmente es secado, ya sea en patios o en hornos, para obtener como resultado final el café pergamino.

1.3.4.2 Beneficio seco de café

Generalmente, los beneficios secos de café en Guatemala funcionan como empresas de servicio (maquiladora) que trabajan para una o varias compañías exportadoras o bien para un productor-exportador que envía directamente su café al exterior. Rara vez el productor-exportador tiene la capacidad económica para invertir en un beneficio seco propio y que éste sea lo suficientemente rentable.

El beneficio seco de café es el lugar cuyo proceso productivo consiste en transformar el café pergamino a café oro, el objetivo que busca este proceso es remover o quitar al café pergamino la cáscara que de forma natural preteje al grano y que se denomina cascabillo, para dejar únicamente el grano conocido comúnmente como café oro. Posteriormente, mediante el uso de diferentes máquinas especializadas, se realiza una clasificación de acuerdo a sus características físicas: tamaño, peso y color, y una eliminación de granos defectuosos, para obtener finalmente un grano limpio listo para la exportación.

Es necesario llevar a cabo una clasificación de granos, ya que al realizarla se obtendrá un café oro de mejor calidad. El beneficio seco no provoca en el grano cambios químicos ni bioquímicos; únicamente se llevan a cabo cambios físicos, por lo que el beneficio seco no tiene impacto en el sabor individual de cada grano. Sin embargo, es importante retirar los granos defectuosos que se presenten en los lotes de café.

Para realizar este proceso de producción, el café debe pasar por las diferentes máquinas que se utilizan en el beneficio seco.

1.3.4.2.1 Etapas del proceso productivo

1.3.4.2.1.1 Tolva pre-limpieza

El proceso de transformación del café pergamino empieza en la tolva de recibo. Ésta posee un enrejado con el fin de eliminar objetos grandes ajenos

al café que podrían dañar la maquinaria durante el proceso. Todo café que se deposite aquí abastecerá a las máquinas restantes que forman parte del proceso. Los materiales ajenos o los desechos que pueda traer el café tales como pita, piedras, basura, entre otros, son descartados con el fin de que al entrar el café pergamino al proceso de transformación esté limpio y libre de objetos que puedan dañar la maquinaria.

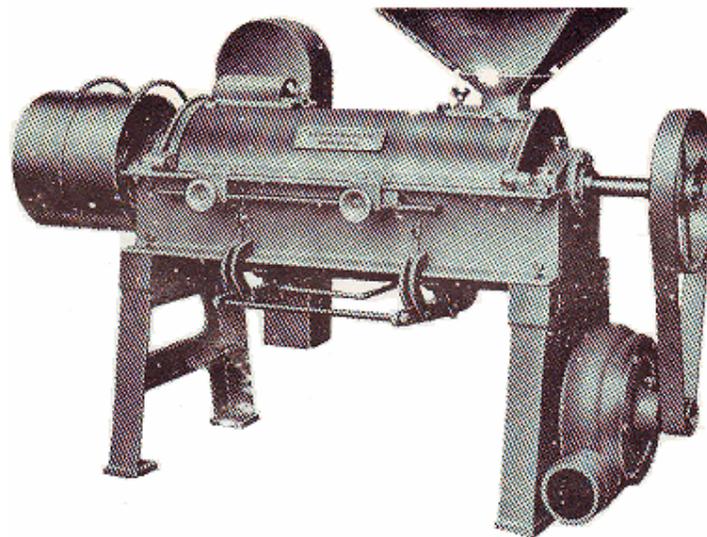
1.3.4.2.1.2 Retrilla

La trilla del café, es el acto por medio del cual se separa la envoltura o cáscara llamada cascabillo a la almendra o grano para dejarlo limpio, en estado de café oro.

Las retrillas son las máquinas con las cuales se remueve el pergamino, convirtiéndolo en café oro. Al momento de salir de la retrilla, es pasado por un succionador que remueve todo el pergamino eliminado. Posteriormente, por medio de un sistema de aire se aparta el grano y el cascabillo, trasladando el café a la siguiente etapa del proceso y el cascabillo a la bodega de cascabillo.

Fotografía No. 3

Máquina Retrilla



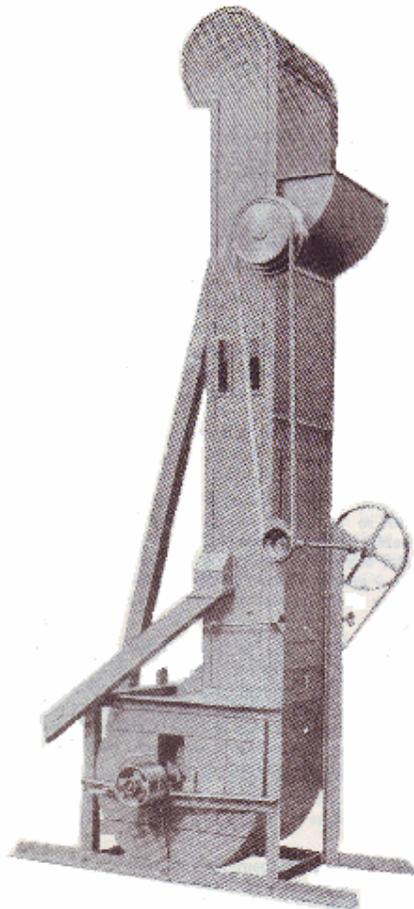
Fuente: Matheu Manuel. 1995. Manual Instructivo de Caficultura Práctica.

1.3.4.2.1.3 Catadoras

Las catadoras efectúan una clasificación del grano, según su densidad, eliminando los que no tienen el peso de un grano normal, tales como granos quebrados, verdes, vanos y argeñados etc. La estructura de estas máquinas es de forma vertical y poseen un ventilador en la parte inferior. Éstas son alimentadas en la parte superior, dejando caer el café sobre la fuente de aire que es impulsada hacia arriba. De esta manera son eliminados los granos menos densos, arrastrados por la corriente de aire a la que son sometidos.

Fotografía No. 4

Máquina Catadora



Fuente: Matheu Manuel. 1995. Manual Instructivo de Caficultura Práctica.

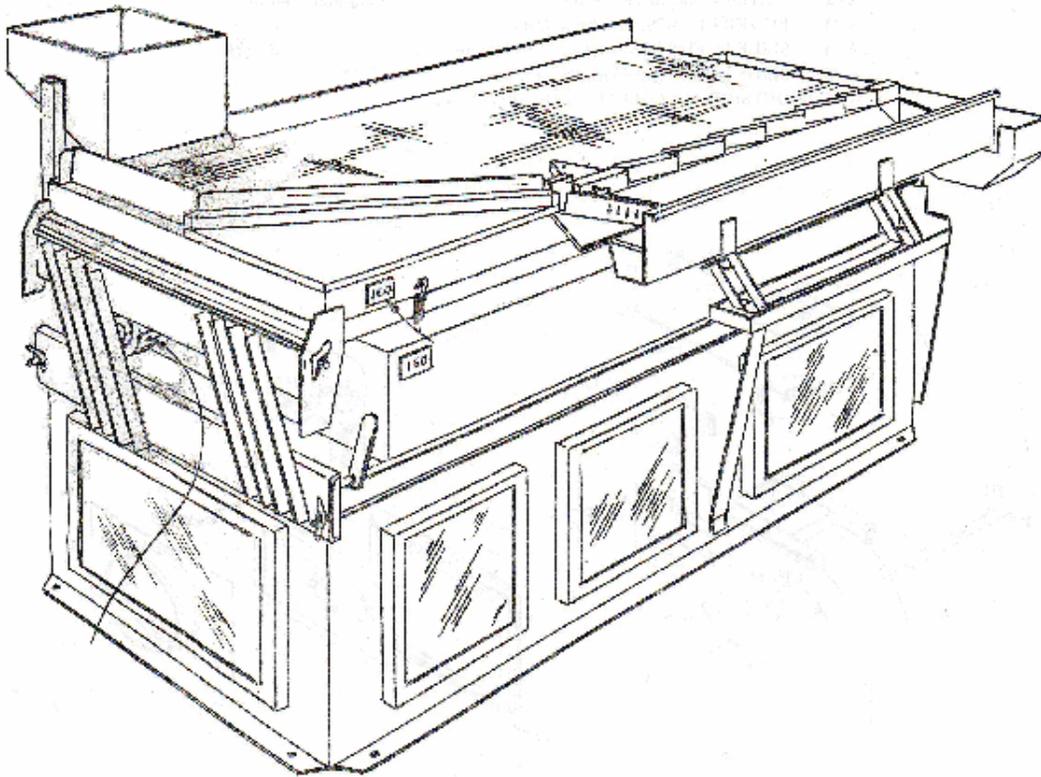
El resultado que se obtiene de esta etapa de clasificación por peso, es separar los granos de café que no poseen el peso normal y el café de primera que si posee dicho peso, este último será el que ingrese a la siguiente máquina del proceso productivo.

1.3.4.2.1.4 Oliver

Es una máquina clasificadora que funciona con aire, gravedad y vibraciones. En la parte superior tiene ondulaciones con cuatro salidas: en la primera elimina granos grandes y deformes; en la segunda, grano de primera; en la tercera y cuarta, el café pequeño y poco denso que las clasificadoras anteriores no pudieron eliminar.

Fotografía No. 5

Máquina Oliver



Fuente: Oliver Manufacturing Co. 2000.

Es un equipo de precisión y de alto rendimiento que separa los granos de café de acuerdo con su peso específico, es decir, por densidad, para que de esta forma se puedan eliminar los defectuosos y con ello, uniformizar la calidad del producto a obtener.

De esta máquina se obtiene café en las clasificaciones de: a) primera, b) segunda y c) tercera. Hasta esta fase se llega cuando el contrato que se está trabajando es para una preparación Americana.

1.3.4.2.1.5 Clasificadora de tamaños

Frecuentemente, las preparaciones europeas exigen un tamaño de grano homogéneo o con un porcentaje de grano pequeño como mínimo. El café es sometido a las zarandas, las cuales efectúan una clasificación por tamaño. El tamaño puede variar desde 12/64 hasta 20/64 de pulgada, que es el tamaño de los agujeros en las zarandas, el cual dependerá de las exigencias de la preparación.

1.3.4.2.1.6 Electrónicas

La mayoría de países europeos y algunos americanos, son consumidores de cafés finos y bien seleccionados, preparaciones que a menudo necesitan una selección minuciosa, para dejar los granos como tales.

Para ello se necesitan máquinas de selección electrónica, las que se encargan de eliminar todo aquel grano que no encaje dentro del patrón de color que se haya predeterminado.

Los granos de café que ingresan a la máquina pasan por un conducto, en donde se ubican los analizadores electrónicos, los cuales se encargan de apartar los granos por un impulso de aire si los mismos fueran reconocidos por la máquina como defectuosos.

Fotografía No. 6
Máquina Electrónica



Fuente: Elexso Sortiertechnik AG. 2001.

1.3.4.2.1.7 Bandas de escogido

Como en todas las máquinas mencionadas anteriormente, que forman parte del proceso productivo en el beneficio seco de café, no efectúan una selección 100% perfecta, lo que supone emplear mano de obra directa para el escogido de café, es ésta la clasificación final, que se realiza en el proceso productivo.

Esto se hace en las bandas de escogido, donde se esparce el café a medida que la banda corre, para que los granos defectuosos puedan ser escogidos fácilmente. En la mayoría de los beneficios secos las personas que escogen el café en las bandas es de género femenino. La carga que se le ponga a dichas bandas y la velocidad con que estas funcionen, depende de que tan exigente sea la preparación del café para la exportación.

Fotografía No. 7

Mujeres que clasifican el café en las bandas de escogido



Fuente: ANACAFÉ. 2006. Guía técnica de Caficultura. Pág. 214

1.3.5 Principales defectos del grano de café

Para determinar la calidad del café, se debe examinar separadamente cada uno de los componentes que afectan el grado de aceptación del producto final, por medio de procesos físicos o analizarse por medio de los sentidos. De esta manera se determina el color, el tamaño y la forma de los granos y al final se analiza el aroma y sabor de la infusión del café, por medio de la degustación o prueba de la taza.

Los defectos del café se dividen en dos categorías:

- Defectos intrínsecos
- Defectos extrínsecos

Los defectos intrínsecos son originados por los granos que se presentan alterados por la imperfecta aplicación de los procesos agrícolas o industriales, es decir, pueden tener su origen en el campo por el daño causado en la plantación, por enfermedades, plagas o por una nutrición deficiente, así como por un mal proceso de beneficiado húmedo.

Es muy importante conocer estos granos debido a que en la comercialización del café, el comprador y el vendedor deben de acordar mediante un contrato, la cantidad de granos defectuosos presentes en la muestra, de acuerdo con la preparación establecida.

Dentro de los defectos intrínsecos se pueden mencionar los siguientes:

1.3.5.1 Granos negros

Son granos con coloración que va del pardo al negro, generalmente de tamaño muy inferior al normal, con la cara plana hundida y la hendidura muy abierta, los cuales provienen generalmente de fruto no desarrollado debido al ataque de enfermedades fungosas principalmente el Koleroga, Antracnosis, entre otros.

También se originan granos negros por ciertas deficiencias nutricionales de la planta, pero en este caso los granos negros son de mayor tamaño y densidad, y se distinguen claramente durante la operación de lavado.

1.3.5.2 Granos sobre- fermentados

Tienen coloración pálida y apariencia cerosa, con la hendidura marcadamente libre de tegumentos y el germen reventado, si el daño es total. Al ser partidas, a menudo, desprenden el característico mal olor a sobre-fermentado.

1.3.5.3 Granos partidos

Son los que muestran una abertura en sentido longitudinal en uno o en ambos extremos, como efecto de la trilla sobre granos muy húmedos. La rotura aparece generalmente blanqueada. El grano de café con más del 12% de humedad tiende a aplastarse, abriéndose por los extremos. La forma de evitarlo es secando correctamente el grano.

1.3.5.4 Granos mordidos

“Son los granos enteros que muestran roturas o alteraciones generalmente oscuras, producidos por acción mecánica sobre el grano, principalmente durante la operación del despulpado, en los cafés lavados. Se puede corregir calibrando correctamente los despulpadores”. (8:251)

1.3.5.5 Granos carcomidos

“Son granos enteros que muestran alteraciones en sus tejidos, producidos por el ataque de enfermedades fungosas sobre el fruto en la planta”. (8:251)

Estas alteraciones llegan casi siempre a convertirse en roturas. Por tener su peso correcto, es difícil clasificarlos durante el proceso; la única forma de evitarlos es en el corte.

1.3.5.6 Granos verdes

Son granos decolorados caracterizados por poseer la típica forma de media luna con la cara plana hundida y de tamaño ligeramente inferior al normal.

1.3.5.7 Granos blanqueados o descoloridos

Estos presentan ya sea una decoloración uniforme o bien una decoloración en las aristas y parches blancos irregularmente distribuidos. La decoloración uniforme es debido a la humedad del ambiente, esto ocurre a todo café almacenado en malas condiciones, desde luego aparece más rápido en partidas que se dejaron con más del 12% de humedad.

1.3.5.8 Granos ámbar

Son los que teniendo tamaño y forma normales presentan una coloración ámbar y apariencia cerosa. Aparentemente, son el resultado de una deficiencia de hierro. Estos defectos son, más que todo, condiciones de mal manejo en el cultivo. Se pueden evitar durante el proceso mediante una buena clasificación.

1.3.5.9 Granos manchados

Tienen tamaño y forma normales, mostrando en la superficie, manchas o parches de diferentes coloraciones, pero sin alterar la textura de la porción manchada.

1.3.5.10 Granos con película rojiza

Estos granos tienen tamaño y forma normales, pero al no cosecharse a tiempo o retardar el despulpado, sufren una sobre-fermentación y ciertos cambios que se manifiestan por película adherida dorada o pardo rojiza, coloración que se nota particularmente en la hendidura. Esto no constituye defecto en los cafés naturales. La forma de evitarse es cosechar en el tiempo adecuado, despulpando el mismo día que se coseche.

1.3.5.11 Granos deformes

Estos son granos sanos que resultan con forma distinta a la plano-convexa considerada como normal, entre los cuales están los llamados caracoles, los triángulos y los gigantes o abortados (elefantes). Probablemente se originan por defectos fisiológicos o anatómicos ocurridos durante el desarrollo del fruto. No provocan ningún sabor defectuoso en la bebida.

1.3.5.12 Granos pequeños

“Son los que siendo sanos, son tan pequeños que pasan a través de la zaranda No. 14, y que se pueden considerar ya como defectos.” (8:252)

1.3.5.13 Cerezos

Son frutos enteros y secos generalmente de tamaño pequeño, que por una y otra causa llegan a estar presentes en el producto final. También se les llama “jocote”, “bolitas”, “cocos”, etc. Casi siempre provienen de frutos verdes que no fueron despulpados y que por su tamaño pasaron las zarandas o las Cribas, también proceden del fruto que contiene grano caracol y que no llegó a desarrollarse completamente, es decir, por su tamaño pasó sin ser despulpado.

1.3.5.14 Granos brocados

Son granos que presentan perforaciones en distintos sentidos y que son el resultado del ataque de la broca del café *Stephanoderes Hampei*. Por estar perforados, pueden flotar al momento de recibir el café maduro o al momento de lavar en el canal de clasificación.

1.3.5.15 Granos quebrados

Generalmente, provienen de los granos anormalmente grandes, elefantes o abortados que resultan quebrados por la trilla, dando origen a las llamadas “conchas”, “orejas” o “muelas”. Por otra parte los granos resacos y sobrecalentados también tienden a quebrarse en la misma operación.

Los defectos extrínsecos son los que resultan de la presencia de sustancias extrañas confundidas con los granos de café. Se pueden enumerar los siguientes defectos extrínsecos:

1. Piedras
2. Terrones
3. Palos
4. Clavos o puntillas
5. Cualquier materia extraña

De los principales defectos del grano de café, anteriormente mencionados, son algunos de estos, los granos defectuosos que se observan regularmente en los lotes de café, después de aplicar el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación. (Ver Anexo 5)

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN EL BENEFICIO SECO DE CAFÉ SANTA ISABEL

2.1 Beneficio seco de café Santa Isabel

La empresa objeto de estudio denominada Beneficio de café Santa Isabel, Compañía Limitada, CIA. LTDA., propiedad de una casa exportadora de café, se encuentra ubicada en la zona 6 de la ciudad capital de Guatemala. La cual es de naturaleza industrial y se encuentra constituida legalmente y autorizada por la Asociación Nacional del Café para poder desarrollar la actividad básica de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

El beneficio seco, cuenta con las instalaciones apropiadas para recibir y almacenar café pergamino, posee la maquinaria a utilizar en el proceso productivo, el cual se conforma por: dos tolvas Pre-limpieza, cuatro Retrillas, cinco Catadoras, seis Oliver, una Clasificadora de tamaños, una máquina Electrónica y cuatro Bandas de escogido. Además dispone del recurso humano que es necesario para desempeñar las actividades propias del proceso de producción y el cual genera empleo para unas cuarenta y dos personas.

Dicho beneficio de café desempeña un papel importante dentro de las preparaciones de café para exportación. Entre las preparaciones que se elaboran se encuentran la Americana y la Europea. Siendo la capacidad de producción diaria de 800 sacos café oro, cuando la preparación a trabajar es Americana y 300 sacos café oro cuando es Europea. Cada lote de café que se trabaja está sujeto a una preparación exigida por el cliente y por el tipo de café a utilizar, el cual puede ser Estrictamente Duro, Duro, Semiduro y Extra prima. Dentro de sus clientes principales se pueden mencionar los países de Alemania, Bélgica, Estados Unidos, Suiza y Japón.

2.1.1 Antecedentes históricos

Según información publicada el 21 de noviembre de 1964 en el diario "El Grafico": el beneficio de café Santa Isabel fue fundada en el año 1964 por don Emilio Sterkel, en cuya solemne inauguración se tuvo la presencia del Ministro de Agricultura, varios finqueros y caficultores. El acto se comenzó con la exhibición de la maquinaria, la cual era orgullosamente guatemalteca, y luego fue la bendición de todas las instalaciones y de sus amplias bodegas, que tienen capacidad para almacenar tanto el grano propiedad de la firma como todo el que llegue para ser beneficiado.

El beneficio seco de café representó una fuerte inversión con la finalidad de tener una producción de más de 120,000 quintales anuales de café en oro y dar la oportunidad de ganar el sustento diario a más de veinte guatemaltecos. De esta manera la empresa surge a la vida económica nacional.

Fotografía No. 8

Beneficio seco de café Santa Isabel



Fuente: Beneficio seco de café. 1964.

2.1.2 Organización del beneficio seco

En el beneficio seco de café Santa Isabel labora personal tanto administrativo como operativo. La organización de la empresa se conforma de la manera siguiente:

Administración

Esta integrada por un administrador, quien es responsable de administrar la producción en el beneficio seco y los recursos físicos y humanos con que cuenta el mismo. Además tiene la responsabilidad de ejecutar las políticas establecidas por los propietarios de la empresa.

Dentro de las actividades a las que se dedica generalmente son: recibir del departamento de exportaciones la planificación de embarques mensuales para organizar las fechas y el volumen de materia prima a procesar, y verificar la calidad y cantidad de café que se especifica previo a realizar el embarque, ya que si encuentra deficiencias en los lotes de café, gira instrucciones nuevamente a producción para que se realice un segundo proceso.

También se encarga de velar porque se cumplan las normas y disposiciones por las cuales se rige la empresa, en tal virtud corregirá las anomalías que se observen dentro de las labores diarias o impondrá las sanciones de ley cuando el caso amerite.

Área de producción

Se conforma por un jefe de producción, un bodeguero, los pesadores-cosedores y las escogedoras de café. Para la carga y/o descarga de los sacos de café, se contrata temporalmente a personas “peones” para que realicen esta actividad.

- **Jeje de producción:** es responsable de la coordinación de las labores del proceso de producción, recepción, almacenaje, movilización, entrega y despacho del producto. Tiene la responsabilidad de supervisar las actividades del bodeguero, del pesador-cosedor y de las escogedoras de café.

Dentro de las atribuciones que posee son: recibir la orden de producción, la cual le permitirá establecer que tipo de café se va a procesar, el tipo de preparación que se requiere según las exigencias del cliente y la cantidad de materia prima a utilizar, y de informar al bodeguero para que despache a producción.

Además se encarga de verificar las existencias de materia prima necesaria para cumplir con la planificación de producción, si no cuenta con la materia prima en inventario se informa y solicita al departamento de compras.

- **Bodeguero:** coordina directamente las labores de recepción, almacenamiento, movilización y despacho de la materia prima que se requiere para trabajar en el proceso de producción.

Tiene bajo su responsabilidad, la conservación y control del nivel de las existencias de materia prima e informar al jefe de producción y al administrador sobre el inventario que se tiene disponible.

Se encarga de distribuir los diversos trabajos que se deberán realizar diariamente y de dar las instrucciones que crea necesarias en forma clara y concisa a efecto de que los trabajadores las puedan entender perfectamente. Es responsable de supervisar a la cuadrilla en el proceso de carga y/o descarga.

- **Pesadores- cosedores:** se encargan de pesar cada uno de los sacos que conforman la partida de café, una vez que el lote de café cumpla con los requerimientos de calidad, esto mediante el uso de una balanza o báscula que mide el peso en kilogramos. Para lo cual cada uno de estos sacos deberá contener 69 kilogramos netos de café oro.

Además realizan la actividad de coser dichos sacos, llenos de café oro listo para la exportación, por medio de la utilización de una máquina especial que se encarga de cerrar únicamente sacos.

- **Escogedoras:** se encargan de seleccionar y separar manualmente solo aquellos granos de café que son diferentes y presentan características físicas anormales de los granos que son buenos y de calidad. Para desempeñar dicha actividad se ubican en frente de las bandas de escogido, en donde se esparce el café de manera que se pueda observar fácilmente los granos defectuosos.

2.2 Descripción del proceso de producción del beneficio seco

La actividad productiva en el beneficio seco de café comienza con la compra y recepción de café pergamino, el cual puede provenir de compras a pequeños productores o de fincas.

Al momento de recibir el café en las instalaciones del beneficio, se pesan primero los camiones en la báscula camionera y el encargado de bodega procede a registrar, en un documento que se llama recibo de café, información acerca de la cantidad de quintales que se reciben, la fecha de recepción, nombre del proveedor, procedencia, placas del vehículo que transporta el café, cantidad de sacos o bultos, quintales brutos, la tara que representa el envase, quintales netos, nombre de la persona que recibió y peso el producto.

Una vez que ingresa el café, se saca una muestra al azar de los sacos que conforman cada partida de café en pergamino, la misma se traslada al departamento de catación con el propósito de que se realice el dictamen de calidad y se pueda conocer si este cumple con los requisitos que se exigen.

Posteriormente el café se empieza a trasladar por los peones o cargadores al área física que el bodeguero designe para su almacenaje. Este cuando se coloca directamente en el suelo, se ubica sobre unas planchas de madera, conocidas como tarimas, para proteger el grano de la humedad, el calor, el agua, etc. Cuando se tiene café que anteriormente se almacenó, este se coloca encima del café existente, para lo cual se pone únicamente una separación con sacos vacíos conocidos como chamarras para separar los bultos de un recibo de otro.

Fotografía No. 9

Almacenamiento de los sacos de café en estibas



Fuente: Investigación de campo. Agosto de 2008.

De acuerdo con los resultados que se obtienen de la muestra examinada, el café se almacena en estibas, las cuales no tienen un tamaño estándar sino que más bien se hacen conforme a la capacidad que se tenga de almacenamiento. Se deja un espacio libre entre estiba y estiba, de manera que se pueda transitar en medio de las mismas y se tenga una ventilación adecuada.

A cada partida de café se le coloca un papel conocido como marbete, en donde se indica el número de recibo, la cantidad de sacos, los quintales brutos y netos y la calidad de café, información que será de utilidad para producción.

Se lleva un control de inventarios, mediante la utilización de la hoja de registro de los ingresos de café, la cual sirve para conocer las existencias de materia prima, tanto en cantidad como calidad, y verificar posteriormente el inventario físico. Luego de obtener el café pergamino y estar almacenado en las instalaciones del beneficio, se puede decir que se cuenta con la materia prima necesaria para iniciar el proceso productivo.

El proceso productivo da inicio con la solicitud y entrega de la orden de producción, por parte del departamento de exportaciones de la empresa exportadora, en la cual se detalla la cantidad de sacos que se requiere, la calidad de café a utilizar, el tipo de preparación y la fecha para la exportación del lote de café. A partir de esto, el administrador procede a informar al bodeguero de la cantidad y calidad de materia prima que se necesita para cumplir con dicha orden.

Posteriormente se empieza a trasladar y depositar el café pergamino en la tova pre-limpieza, la cual se encarga de separar el grano de cualquier tipo de basura o materia extraña que traiga como son palos, piedras, clavos, otros. Después de ésta máquina el café se transporta por medio de elevadores, los cuales consisten en conductos rectangulares que llevan por dentro una faja rotativa con pequeños recipientes remachados, para abastecer a la siguiente máquina que se llama retrilla, la cual consiste en un aparato cilíndrico fuerte de metal con un eje interno que se mueve rotativamente y tiene una rosca en forma de gusano, que a base de fricción y presión se encarga de quitar la cáscara conocida como cascabillo al grano de café para dejar este limpio y el cual recibe el nombre de café oro.

El café oro pasa por una máquina que se llama catadora, cuya función es separar los granos quebrados, defectuosos o impurezas que traiga el café para dejar únicamente los granos en buen estado y que poseen el peso adecuado, este proceso se realiza por medio de aire. Los granos defectuosos que separa dicha máquina reciben el nombre de cataduras y son básicamente subproductos que son trasladados y embasados en sacos para su posterior venta.

El café de primera que sale de las catadoras se transporta nuevamente por los elevadores hacia la Oliver, esta máquina es una especie de mesa en forma rectangular que se encuentra ligeramente inclinada hacia uno de sus extremos. A manera que cuando los granos caen sobre la plataforma, estos se someten a un sistema de vibración y aire que separa en diferentes compartimientos, todos aquellos granos de café que no tienen el peso normal y que la máquina anterior no logró eliminar de los granos de primera.

Por la eficiente labor que desarrolla la Oliver, generalmente ocupa una posición final en la línea del proceso del beneficio seco, cuando se requiere una preparación Americana, sin embargo cuando las exigencias del mercado internacional son altas y se requiere una preparación con la menor cantidad de granos defectuosos, entonces el café se somete a otros mecanismos de clasificación.

Seguidamente se lleva a cabo una clasificación del grano de café por tamaño, mediante el uso de una máquina que esta compuesta por diferentes planchas de metal que se ubican una debajo de otra con agujeros de diversos diámetros, las cuales se llaman zarandas. Por medio de un sistema vibratorio, hace que los granos puedan pasar de acuerdo a su tamaño en cada una de las diferentes zarandas y así sucesivamente hasta que se pueda separar del grano que posee el tamaño normal. El café que se clasifica por tamaño tiene mayor valor comercial, debido a que presenta una gran uniformidad y mejor apariencia en las distintas preparaciones de exportación.

En esta etapa del proceso de producción, el café totalmente limpio, con el peso adecuado y una clasificación por tamaño, se transporta por medio de los elevadores hacia las electrónicas, máquinas que tienen como función principal detectar y clasificar todos aquellos granos que no cumplen con los requerimientos de calidad respecto a su apariencia en color.

Por lo que a través de sensores electrónicos, los cuales pueden ser graduados dependiendo de las exigencias de producción, se separan los granos negros, pálidos, rojizos, entre otros, y deja pasar únicamente los granos que tengan un color verde olivo, color característico de un café de primera.

Posteriormente el café que sale de las máquinas electrónicas, se transporta a las bandas de escogido, en donde se realiza una clasificación de los granos de café manualmente por medio de las escogedoras, las cuales se encargan de separar todos aquellos granos que aun contienen el peso y tamaño pero por su apariencia en el color, se deberán eliminar para que no disminuyan la calidad del café a exportar.

Entre los granos que se clasifican y eliminan están los manchados, quebrados, negros, con película rojiza, entre otros. Esta es la etapa final de un largo proceso que se desarrolla en el beneficio seco de café y por el cual se somete el grano de café para obtener como resultado un producto de mejor calidad.

2.3 Descripción del proceso de exportación de café

Después de concluir con el proceso de producción, se debe envasar el café en sacos nuevos de yute y extraer una muestra del lote de café a exportar, la cual se envía nuevamente al departamento de catación, con el propósito de que este pueda determinar la calidad del café y emitir la aprobación de que

dicho lote cumple con los requerimientos que exige el mercado según el tipo de preparación.

Por lo que una vez que se tiene la autorización para la exportación del café, por parte del departamento de catación, se da la orden al jefe de producción de que se comience a cerrar cada uno de los sacos que conforman la partida de café, esto mediante el uso de una máquina especial que se encarga de coser los sacos y que permite garantizar que estos no se abran durante el embarque.

Cada uno de estos sacos contiene 69 kilogramos netos de café oro y se rotulan de manera visible, permanente y legible con tinta biodegradable para poder identificar el café que pertenece a cada partida. La información comercial que se detalla sobre los sacos es la siguiente:

- Nombre del exportador
- Marca comercial del producto
- País de origen del producto (PRODUCT OF GUATEMALA CLEAN COFFEE)
- Cosecha o año cafetalero (CROP, 20___/20___)
- Número de partida, el cual se conforma por varios números, en donde los primeros indican el número de registro de Guatemala ante la OIC como país productor (11), los otros se refieren al número de licencia del exportador ante Anacafé y los últimos corresponden al número correlativo que el exportador otorga a cada del lote de café para la exportación.

Así mismo si el cliente lo solicita se puede empacar el producto a granel, mediante el uso de una bolsa jumbo de polipropileno, con la cantidad que se estableció en la negociación entre el comprador y el vendedor. Para identificar dicha bolsa se coloca una etiqueta externa que presenta toda la información referente a la partida de café.

Previo a que se realice el embarque del café, ya sea en sacos de yute o a granel, se emite la carta de porte, el cual es un documento legal que se utiliza para poder trasladar el producto del beneficio seco hacia el puerto de embarque (Puerto Quetzal o Santo Tomas de Castilla) y que posteriormente servirá como constancia de entrega de la partida de café a la naviera responsable del embarque.

En esta se detalla la siguiente información requerida: número de partida, marcas del producto, cantidad de sacos que conforman la partida, peso neto y bruto de los sacos, destino del café a exportar, número de marchamo, número y peso del contenedor, nombre de la naviera, entre otros.

Posteriormente se verifica que el lote de café coincida con los datos que se especifican en la carta de porte, esto con el propósito de garantizar que sea tanto la cantidad como calidad de café que se requiere, y se procede a cargar los sacos al contenedor correspondiente por vía manual, es decir, que los peones o cargadores llevan en la espalda los sacos y los depositan ordenadamente en el contenedor hasta completar el producto a enviar.

Pero sin antes revisar que dicho contenedor presente por dentro las condiciones óptimas para poder trasportar el producto, es decir, que debe estar limpio, que no existan filtraciones de agua y que no contenga olores extraños que se puedan impregnar en el café.

El contenedor se forra en su interior con papel Manila, esto para evitar el contacto del café con el metal, y por último se sella mediante el uso e instalación de un marchamo, el cual se rompe hasta que llega a su destino final. De esta manera el lote de café queda listo para que se pueda enviar al puerto de embarque.

Fotografía No. 10

Almacenamiento de los sacos de café listos para la exportación dentro del contenedor



Fuente: Investigación de campo. Agosto de 2008.

Para poder desarrollar el proceso de exportación de café, el departamento de exportaciones realiza la planificación de los embarques, el cual traslada al administrador del beneficio, aproximadamente con un mes de anticipación, el calendario de los embarques que se realizarán durante el mes siguiente. Esto permitirá que se programen las fechas en que se deberá procesar determinada materia prima y se pueda enviar el producto oportunamente al puerto de embarque, para cumplir a cabalidad con el contrato.

2.4 Situación actual de la toma de decisión en la eficiencia del proceso productivo

De acuerdo con la entrevista y las observaciones que se realizaron en el beneficio seco de café, se pudo determinar que la situación actual acerca de las decisiones que se toman respecto al proceso productivo, es la siguiente:

Al momento de recibir la materia prima a utilizar en el proceso de producción, se extrae una muestra representativa de cada partida de café en pergamino, la cual se envía al departamento de catación, para que este realice la evaluación de las características tanto físicas como organolépticas del café.

La evaluación de dicha muestra sirve como base para tomar la decisión de aceptar que la materia prima cumple con los requerimientos mínimos de calidad o de rechazar la partida de café en pergamino. Si se acepta la partida de café, el beneficio seco puede tomar la decisión de clasificar el café, de acuerdo a la calidad, el tipo y por la región de donde proviene el mismo, y de ubicar los sacos de café en la estiba correspondiente para su posterior uso en el proceso productivo.

Antes de comenzar con el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación, se necesita tener la orden de producción, la cual se emplea para tomar en consideración el tipo de café a utilizar, la cantidad de sacos a trabajar y el tipo de preparación que se requiere para el lote de café.

Se pudo observar que no se cuenta con una persona encargada de supervisar cada una de las etapas que conforman el proceso productivo, lo cual no permite que el jefe de producción pueda tener las bases necesarias para tomar decisiones eficientes respecto a la clasificación y eliminación de los granos defectuosos que se realiza en este.

Para que el proceso productivo que se realiza en el beneficio seco de café pueda efectuar correctamente la actividad de clasificación y eliminación de los granos defectuosos que se presentan en los lotes de café para la exportación, el encargado de mantenimiento lleva a cabo una serie de trabajos en cada una de las máquinas (cambio de cojinetes, poleas, fajas, reparación del motor cambio de las bandas de escogido, etc.), cuando se ha terminado el periodo de cosecha, esto con la finalidad de conservar debidamente la maquinaria y tenerla funcionando adecuadamente.

Para establecer si el lote de café en oro cumple con los parámetros de calidad que se exigen según el tipo de preparación, se toma una muestra representativa después de aplicar el proceso productivo, en la cual se analiza

de igual manera, tanto las características físicas y organolépticas como la cantidad de defectos que se pudieran encontrar en esta. De acuerdo con dicha cantidad de defectos, se toma la decisión de aceptar o rechazar el envío del lote de café para su exportación.

Para lo cual se rigen, básicamente por la tabla de imperfecciones que proporciona la *Green Coffee Association de Nueva York*. Para una preparación americana se tolera un máximo de 23 defectos y para una preparación europea 8 defectos sobre 300 gramos netos de café oro.

Si la cantidad de defectos es menor al estándar que se tolera, según el tipo de preparación, se acepta el lote de café; de lo contrario, se rechaza el lote debido a que esta por encima del requerimiento que se exige para la exportación; lo que provoca que el beneficio seco de café Santa Isabel recurra al reproceso para reducir la cantidad de granos defectuosos que aún se presenten en este.

Los pasos que anteriormente se describieron, son los que actualmente se usan en el beneficio seco de café Santa Isabel, como rutina en el proceso de toma de decisiones.

El beneficio seco de café Santa Isabel, durante el periodo de investigación, trabajó una cantidad de 73 lotes de café para exportación, de los cuales 58 requirieron una preparación europea, esto de acuerdo con el archivo de las órdenes de producción.

Para cada uno de estos lotes, el departamento de catación determinó la calidad del café, a partir de una muestra representativa que se tomó de cada uno de estos, y emitió la aprobación de que se cumple con los requerimientos que exige dicha preparación europea a 47 lotes de café.

Asimismo se pudo determinar que 11 lotes de café para una preparación europea fueron rechazados, debido a que no cumplieron con el estándar mínimo requerido para la exportación y por lo tanto el beneficio seco de café recurrió a realizar un segundo proceso para lograr clasificar y eliminar la mayor cantidad de granos defectuosos a cada uno de estos lotes de café.

Sin embargo llevar a cabo un reproceso, represento para la empresa el aumento considerable de los costos, debido a que debe pagar más gastos de energía eléctrica, mano de obra directa, entre otros, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro No. 2

Costo por quintal de café oro a procesar en el beneficio seco de café Santa Isabel, año 2008

Maquinaria del proceso productivo				
Retrilla	Catadora	Oliver	Clasificadora	Electrónicas y bandas de escogido
1.90	0.2224	0.2224	0.2224	1.40

Nota: Los datos expuestos, están expresados en dólares.

Fuente: Elaboración propia. Investigación de campo. Septiembre de 2008.

Además esto implicó atrasos en la programación de producción, lo que significa que el beneficio seco de café debe trabajar horas extras o cuando el caso lo amerite laborar una jornada doble, para que pueda cumplir a cabalidad con lo establecido en el contrato y enviar el producto oportunamente al puerto de embarque.

Para comprender de mejor manera el comportamiento de las decisiones que se tomaron respecto a la aceptación o rechazo de los lotes de café para exportación, se presenta a continuación la siguiente tabla y gráfica:

Tabla No. 1

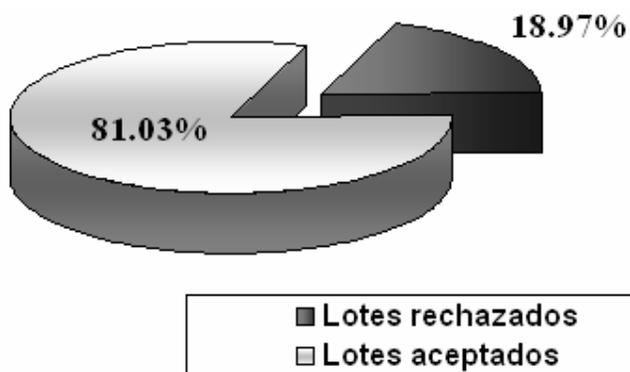
Número de lotes de café que fueron aceptados o rechazados para la exportación, según el tipo de preparación que se requirió, año 2008

Tipo de preparación	Toma de decisión para un lote de café a exportar		TOTAL
	Aceptación	Rechazo	
Preparación americana	12	3	15
Preparación europea	47	11	58
TOTAL	59	14	73

Fuente: Elaboración propia. Investigación de campo. Septiembre de 2008.

Gráfica No. 4

Porcentaje de lotes de café que fueron aceptados o rechazados para la exportación, cuando se requirió una preparación europea, año 2008



Fuente: Elaboración propia, tabla No. 1. Septiembre 2008.

2.5 Metodología de la investigación

A continuación se presenta el procedimiento que se empleó para llevar a cabo la investigación en el beneficio seco de café Santa Isabel:

2.5.1 Definición de la población

La población objeto de estudio fue un lote de 1,100 sacos de café pergamino, cantidad que se requiere para trabajar en el proceso productivo y que permitirá obtener finalmente un lote de 550 sacos de café oro para una preparación europea, que se trabajó durante la cosecha 2007-2008 en el beneficio seco de café.

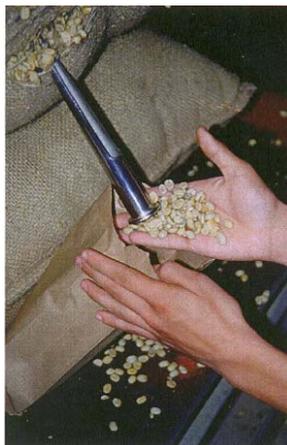
2.5.2 Recolección de la información

Para la recolección de los datos, se tomó una muestra antes de que el lote de café entrara al proceso productivo y otra después de que dicho lote pasara por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

Para lo cual, se utilizó un muestreador o “chuzo” (instrumento de metal en forma cónica) que permite sacar granos de café de los sacos, sin necesidad de abrirlos y dañarlos al momento de hacer el muestreo.

Fotografía No. 11

Muestreador o chuzo



Fuente: Elaboración propia. Investigación de campo. Junio 2008.

De cada uno de los sacos que conforman dicho lote se extrajo solamente una pequeña cantidad de granos de café. De esta forma se logró obtener como resultado para cada una de las muestras 4,536.00 gramos netos de café, cantidad que representa a la población objeto de estudio y servirán para obtener los datos necesarios a utilizar en el desarrollo del análisis estadístico.

2.5.3 Organización de la información

Posteriormente, fue necesario identificar ambas muestras con información sobre el lote de café, esto con el propósito de llevar un mejor control y asegurar que la muestra corresponda a la población que se analizará.

Las muestras se organizaron de acuerdo a la etapa de producción en la que se tomaron, es decir, antes y después de pasar por el proceso productivo.

Información sobre el lote de café objeto de estudio:

Cantidad:	1,100 sacos	Cantidad:	550 sacos
Preparación:	Europea	Preparación:	Europea
Cosecha:	2007/2008	Cosecha:	2007/2008
Etapas de producción:	antes	Etapas de producción:	después

2.5.4 Clasificación de la información

Para efectos de la investigación, la clasificación que se realizó fue de forma cualitativa, debido a que la variable de interés son los granos defectuosos que se presentan en el lote de café, antes y después de que este pase por el proceso productivo.

Por lo tanto a cada una de las muestras que se obtuvieron del muestreo, se procedió a separar manualmente uno a uno los diferentes granos defectuosos que se pudieran encontrar en esta, de los granos buenos. Para verificar la correcta clasificación de los granos de café, fue necesario contar con la ayuda de un experto catador de café, esto permitió dar una mayor confianza y validez a los datos que se fueran a obtener.

2.5.5 Tabulación de la información

De acuerdo a la clasificación que se realizó anteriormente, únicamente la cantidad de granos defectuosos que se logro extraer de cada muestra de café, se pesó mediante el uso de una balanza que mide en gramos.

Esto con el propósito de poder determinar dicha cantidad, tanto en gramos como su equivalente en proporción. Para el cálculo de este último, se tomó como base el peso total de cada una de las muestras que fue de 4,536.00 gramos netos. De esta manera se podrá asignar un valor a los datos que representan a cada variable que se observa en la muestra de café.

2.5.6 Presentación de la información

Después de realizar la tabulación de los datos, es necesario presentarlos de una manera concisa y adecuada, para que se pueda comprender fácilmente el comportamiento de la variable en estudio. Dicha variable es de carácter cualitativo, por tal razón se hará uso de una tabla estadística y del diagrama circular, siendo este ultimo de gran utilidad debido a que permite mostrar proporciones.

2.5.7 Resultados de la investigación

A continuación se presentan los datos que se obtuvieron del muestreo, que se llevo cabo en el beneficio seco de café Santa Isabel:

Tabla No. 2

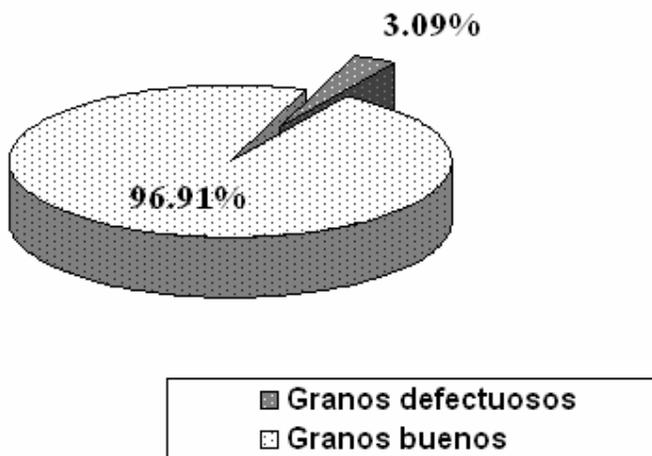
Condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó antes que el lote de café pasara por el proceso productivo, beneficio seco de café Santa Isabel, año 2008

Condiciones de calidad	Cantidad (Gramos)	Proporción
Granos Buenos	4,396.00	0.9691
Granos defectuosos	140.00	0.0309
TOTAL	4,536.00	1.0000

Nota: Se tomo como base los 4,536.00 gramos netos de la muestra de café.
Fuente: Elaboración propia, datos del muestreo, lote de café cosecha 2007-2008. Junio 2008.

Gráfica No. 5

Porcentaje de las condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó antes que el lote de café pasara por el proceso productivo, beneficio seco de café Santa Isabel, año 2008



Fuente: Elaboración propia, tabla No. 2. Junio de 2008.

Como se puede observar tanto en la tabla como en la gráfica anterior, las condiciones de calidad del grano de café en oro de la muestra que se tomó antes de que el lote de café pasara por el proceso productivo, revelan que el 96.91% (0.9691) representa a la cantidad de granos buenos, siendo 4,396.00.00 gr. sobre 4,536.00 gramos netos, mientras que el 3.09% (0.0309) lo conforma la cantidad de granos defectuosos, siendo 140.00 gr. sobre 4,536.00 gramos netos.

De la cantidad de granos defectuosos, que se extrajeron de los 4,536.00 gramos de café oro, se pudieron identificar los siguientes: granos deformes, cerezos, granos brocados, granos con película rojiza, manchados, granos quebrados y granos negros.

Tabla No. 3

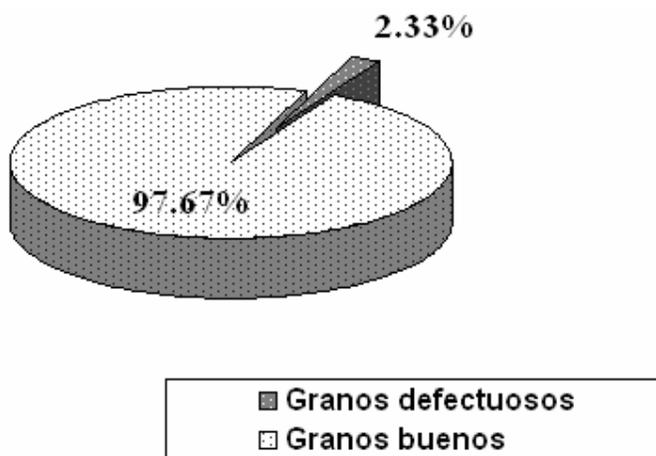
Condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó después que el lote de café pasara por el proceso productivo, beneficio seco de café Santa Isabel, año 2008

Condiciones de calidad	Cantidad (Gramos)	Proporción
Granos Buenos	4,430.31	0.9767
Granos defectuosos	105.69	0.0233
TOTAL	4,536.00	1.0000

Nota: Se tomo como base los 4,536.00 gramos netos de la muestra de café.
 Fuente: Elaboración propia, datos del muestreo, lote de café cosecha 2007-2008. Junio 2008.

Gráfica No. 6

Porcentaje de las condiciones de calidad de los granos de café en oro de la muestra que se tomó después que el lote de café pasara por el proceso productivo, beneficio seco de café Santa Isabel, año 2008



Fuente: Elaboración propia, tabla No. 3. Junio de 2008.

Como se puede observar tanto en la tabla como en la gráfica anterior, las condiciones de calidad del grano de café en oro de la muestra que se tomó después de que el lote de café pasara por el proceso productivo, revelan que el 97.67% (0.9767) representa a la cantidad de granos buenos, granos que son normales y poseen las cualidades de calidad que se requieren para la exportación del café, siendo 4,430.31.00 gr. sobre 4,536.00 gramos netos, mientras que un 2.33% (0.0233) corresponde a la cantidad de granos

defectuosos, granos que presentan deficiencias en sus características físicas: tamaño, peso y color, siendo 105.69 gr. sobre 4,536.00 gramos netos.

De la cantidad de granos defectuosos, que se extrajeron de los 4,536.00 gramos de café oro, se pudieron identificar los siguientes: granos brocados, granos con película rojiza, granos quebrados y granos parcialmente negros.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UN BENEFICIO SECO DE CAFÉ

3.1 Objetivo de la aplicación del análisis estadístico

En el beneficio seco de café Santa Isabel, cuya actividad básica es la transformación de café pergamino a café oro, el proceso productivo que se realiza, consiste en quitar al café pergamino una pequeña cáscara llamada cascabillo, para dejar únicamente el grano conocido comúnmente como café oro, posteriormente el café pasa por diferentes máquinas que se encargan de clasificar el grano de acuerdo a sus características físicas, tamaño, peso y color, y de eliminar la mayor cantidad de granos defectuosos, para que al finalizar este proceso se obtenga como resultado café oro listo para la exportación.

Sin embargo después de aplicar el proceso productivo descrito anteriormente, se ha observado regularmente la presencia de gran cantidad de granos defectuosos en los lotes de café, entre los cuales se pueden mencionar: granos negros, granos con película rojiza, mordidos, granos brocados, conchas, granos caracolillo, granos quemados, esto provoca la necesidad de recurrir al reproceso, lo cual representa para la empresa el aumento considerable de los costos.

Mediante la aplicación de la estadística inferencial como herramienta de apoyo para mejorar la toma de decisiones en la eficiencia del proceso productivo se pretende realizar las acciones correctivas necesarias para solucionar el problema y mantener la calidad del café.

3.2 Aplicación del análisis estadístico inferencial

De acuerdo con la información que se obtuvo y presento anteriormente, respecto a las muestras que se tomaron de la población objeto de estudio, se hace ahora mención únicamente de los datos que se utilizarán para el desarrollo del análisis estadístico inferencial, los cuales son los siguientes:

De la muestra que se tomó antes de que el lote de café pasara por el proceso productivo, la proporción de granos defectuosos que se presentaron fue del 0.0309 (3.09%), mientras que de la muestra que se tomó después de que el lote de café pasara por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación fue del 0.0233 (2.33%).

Estos datos se analizarán por medio de la estadística inferencial, a través de la estimación y prueba de hipótesis, con el propósito de determinar la diferencia significativa entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes y después de pasar por el proceso productivo.

Lo que permitirá obtener resultados y a partir de estos hacer inferencias o conclusiones sobre la eficiencia del proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

3.2.1 Estimación para la diferencia entre dos proporciones

3.2.1.1 Proceso de estimación

Con el propósito de estimar la diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo y la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de haber pasado por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación, se emplearon los siguientes elementos:

- Estimación puntual
- Error estándar del muestreo
- Máximo error de estimación
- Intervalo de confianza

En donde:

p_1 = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

q_1 = proporción muestral complemento

p_2 = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

q_2 = proporción muestral complemento

n_1 = tamaño de la muestra, antes de pasar por el proceso productivo

n_2 = tamaño de la muestra, después de pasar por el proceso productivo

β = nivel de confianza

α = nivel de significancia

Z = valor tipificado a obtener de la tabla de áreas bajo la curva normal

Datos:

$p_1 = 0.0309$ (*proporción de granos defectuosos, antes de aplicar el proceso productivo*)
(Ver tabla No.2, Pág.63)

$q_1 = 0.9691$ (*proporción de granos buenos, antes de aplicar el proceso productivo*)

$p_2 = 0.0233$ (*proporción de granos defectuosos, después de aplicar el proceso productivo*)
(Ver tabla No.3, Pág.65)

$q_2 = 0.9767$ (*proporción de granos buenos, después de aplicar el proceso productivo*)

$n_1 = 4,536.00$ gramos netos de café oro

$n_2 = 4,536.00$ gramos netos de café oro

$\beta = 0.99$

$\alpha = 0.01$

$Z = 2.58$

3.2.1.1.1 Estimación puntual

$$(p_1 - p_2) = (P_1 - P_2)$$

$$(0.0309 - 0.0233) = 0.0076$$

Al utilizar la diferencia entre las dos proporciones muestrales como estimador de la diferencia entre las proporciones poblacionales, se puede determinar que la estimación de punto para la diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes y después de pasar por el proceso productivo es de 0.0076 (0.76%).

Se podría considerar que esta diferencia representa a la proporción de granos defectuosos que el proceso productivo puede clasificar y eliminar del lote de café objeto de estudio.

3.2.1.1.2 Error estándar del muestreo

$$S_{p_1-p_2} = \sqrt{\frac{p_1q_1}{n_1} + \frac{p_2q_2}{n_2}}$$

$$S_{p_1-p_2} = \sqrt{\frac{0.0309(0.9691)}{4,536} + \frac{0.0233(0.9767)}{4,536}}$$

$$S_{p_1-p_2} = \sqrt{0.000006602 + 0.000005017}$$

$$S_{p_1-p_2} = 0.003409$$

Se puede establecer que el error estándar del muestreo para la diferencia entre las dos proporciones muestrales que se analizan es de 0.003409 (0.34%).

Esto significa que la proporción de granos defectuosos que el proceso productivo pueda clasificar y eliminar del lote de café, podrá variar por encima o por debajo de la estimación puntual que anteriormente se estableció, en un 0.003409 (0.34%).

Para calcular tanto el máximo error de estimación como el intervalo de confianza, se utilizó un nivel de confianza del 99%, esto con el propósito de tener una mayor confianza de que el 99% de los casos contendrán la verdadera diferencia entre las proporciones poblacionales.

Por lo tanto para un nivel de confianza del 99%, el valor apropiado de Z es 2.58 ($0.99/2 = 0.4950$). El área de 0.4950 corresponde a un valor de Z de 2.58, de acuerdo con la tabla de áreas bajo la curva normal estándar. (Ver Anexo 3)

3.2.1.1.3 Máximo error de estimación

$$E = \pm Z \sqrt{\frac{P_1 Q_1}{n_1} + \frac{P_2 Q_2}{n_2}}$$

$$E = \pm 2.58 \sqrt{\frac{0.0309(0.9691)}{4,536} + \frac{0.0233(0.9767)}{4,536}}$$

$$E = \pm 2.58 \sqrt{0.000006602 + 0.000005017}$$

$$E = \pm 2.58(0.003409)$$

$$E = \pm 0.00879423 \cong 0.0088$$

El máximo error de estimación que se está dispuesto a aceptar, si se trabaja con un nivel de confianza del 99%, será de 0.0088 (0.88%) sobre y bajo la verdadera diferencia entre las proporciones poblacionales de granos defectuosos que se presenten en el lote de café.

Esto quiere decir que si se toma en cuenta la teoría de probabilidad, se podrá tener una diferencia máxima por arriba o por abajo, entre la diferencia de las proporciones muestrales y la diferencia de las proporciones poblacionales de un 0.0088 (0.88%). Lo que permitirá dar una mayor seguridad a los resultados que se obtienen.

3.2.1.1.4 Intervalo de confianza

$$I.C. = (p_1 - p_2) \pm Z \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

$$I.C. = (0.0309 - 0.0233) \pm 2.58 \sqrt{\frac{0.0309(0.9691)}{4,536} + \frac{0.0233(0.9767)}{4,536}}$$

$$I.C. = 0.0076 \pm 2.58 \sqrt{0.000006602 + 0.000005017}$$

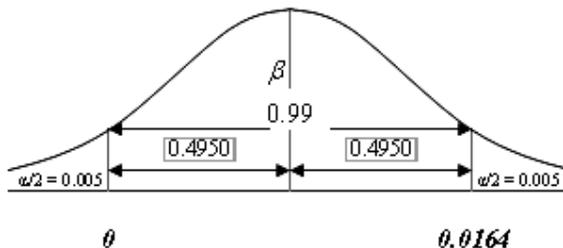
$$I.C. = 0.0076 \pm 2.58(0.003409)$$

$$I.C. = 0.0076 \pm 0.0088$$

$$I.C. = 0.0076 + 0.0088 = 0.0164$$

$$I.C. = 0.0076 - 0.0088 = -0.0012 \cong 0$$

Gráfica No. 7
Intervalo de confianza



Fuente: Elaboración propia. Junio de 2008.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron, se puede estimar con un 99% de confianza, de que la verdadera diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes y después de pasar por el proceso productivo, se encuentre dentro del intervalo comprendido entre 0 y 0.0164 (1.64%).

Esto quiere decir, que se puede estar un 99% seguro de que el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación que se realiza en el beneficio seco de café, podrá clasificar y eliminar hasta una proporción de granos defectuosos del 0.0164 (1.64%).

3.2.2 Prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones

3.2.2.1 Proceso de prueba de hipótesis

Se desea probar la hipótesis de que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es igual que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de haber pasado por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

Es decir que se quiere probar si la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, antes y después de pasar por el proceso productivo, no difieren significativamente.

Dicha prueba de hipótesis se podrá desarrollar mediante una secuencia lógica y ordenada de ciertos pasos, los cuales son los siguientes:

3.2.2.1.1 Paso 1

Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna

La hipótesis nula y la alterna se pueden plantear de la siguiente forma:

Ho: $P_1 = P_2$ ← **hipótesis nula:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es igual a la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de pasar por el proceso productivo.

Ha: $P_1 > P_2$ ← **hipótesis alterna:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es mayor a la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de pasar por el proceso productivo.

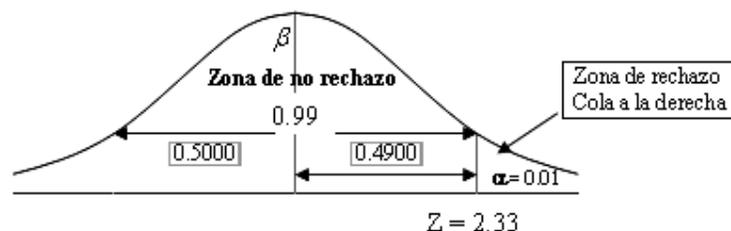
3.2.2.1.2 Paso 2

Definición del criterio de prueba

Después de definir claramente la hipótesis nula y la alterna, corresponde ubicar el área de no rechazo y el área de rechazo. Para lo cual, se debe tomar en consideración el signo que posee el planteamiento de la hipótesis alterna. Este indica un signo mayor ($>$), por tal razón se requiere una prueba de una cola a la derecha.

Gráfica No. 8

Definición del criterio de prueba



Fuente: Elaboración propia. Junio de 2008.

La zona de no rechazo corresponde al nivel de confianza β (beta), mientras que la zona de rechazo corresponde al nivel de significación α (alfa).

Se considera utilizar, por el tipo de investigación que se realiza, un nivel de significación del 0.01, el cual permitirá minimizar la probabilidad de cometer un error tipo I (afirmar que existe una diferencia significativa entre las proporciones de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, es decir, que el proceso productivo trabaja de manera eficiente en la clasificación y eliminación de los granos defectuosos, cuando en realidad no cierto) y determinar el valor crítico de prueba.

Se coloca el valor total α del 0.01 en la zona de rechazo, mientras que el restante deja un área de 0.4900 ($0.50-0.01 = 0.49$). De acuerdo con la tabla de áreas bajo la curva normal estándar, el área de 0.4900 corresponde a un valor Z de 2.33. Siendo este el valor límite entre la zona de no rechazo y la zona de rechazo. (Ver Anexo 3)

3.2.2.1.3 Paso 3 Calculo del estadístico de prueba

El siguiente paso del proceso de prueba de hipótesis es determinar el valor del estadístico de prueba, el cual se calcula con base en los datos que se obtuvieron de cada una de las muestras que se tomaron del lote de café objeto de estudio. Debido a que se realiza una prueba de hipótesis para la diferencia entre dos proporciones, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_c Q_c}{n_1} + \frac{P_c Q_c}{n_2}}}$$

En donde:

p_1 = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

p_2 = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

n_1 = tamaño de la muestra, antes de pasar por el proceso productivo

n_2 = tamaño de la muestra, después de pasar por el proceso productivo

α = nivel de significancia

Datos:

$p_1 = 0.0309$ (proporción de granos defectuosos, antes de aplicar el proceso productivo)

$p_2 = 0.0233$ (proporción de granos defectuosos, después de aplicar el proceso productivo)

$n_1 = 4,536.00$ gramos netos de café oro

$n_2 = 4,536.00$ gramos netos de café oro

$\alpha = 0.01$

Sin embargo, para calcular el estadístico de prueba es necesario determinar primero el valor P_c , mediante la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{(n_1)(p_1) + (n_2)(p_2)}{n_1 + n_2}$$

$$P_c = \frac{(4,536)(0.0309) + (4,536)(0.0233)}{4,536 + 4,536}$$

$$P_c = \frac{140.16 + 105.69}{9,072.00} = 0.0271$$

$$Q_c = 1 - P_c$$

$$Q_c = 1 - 0.0271 = 0.9729$$

$$Z = \frac{(0.0309 - 0.0233) - (0 - 0)}{\sqrt{\frac{0.0271(0.9729)}{4,536} + \frac{0.0271(0.9729)}{4,536}}}$$

$$Z = \frac{0.0076}{\sqrt{0.000005813 + 0.000005813}}$$

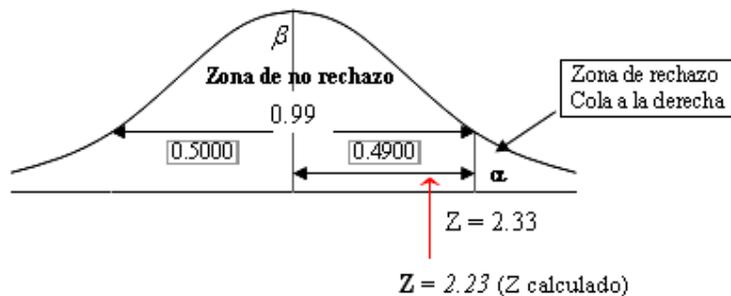
$$Z = \frac{0.0076}{0.003410} = 2.2287 \cong 2.23$$

3.2.2.1.4 Paso 4 Ubicación del estadístico de prueba

Se debe tener presente el valor que se calculó del estadístico de prueba, para ubicarlo en el criterio de prueba y con ello poder determinar el no rechazo o rechazo de la hipótesis nula.

Gráfica No. 9

Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba



Fuente: Elaboración propia. Junio de 2008.

El estadístico de prueba produce un valor $Z = 2.23$, siendo este menor al valor crítico de prueba, por lo tanto se ubicará a la izquierda del mismo y se apreciará en la zona de no rechazo, tal y como se muestra en la gráfica No. 9

3.2.2.1.5 Paso 5 Toma de decisión

Se puede establecer una regla de decisión que especifique si se rechaza o no la hipótesis nula. La regla de decisión se define de la siguiente manera:

Regla de decisión: “No se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z \leq 2.33$.
Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z > 2.33$ ”

No se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula “ H_0 ” y se rechaza el planteamiento de la hipótesis alterna “ H_a ”, debido a que el estadístico de prueba se ubica en el área de no rechazo.

3.2.2.1.6 Paso 6 Interpretación

Con un nivel de significación del 0.01 se puede establecer que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es igual a la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de pasar por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

Lo que significa que no existe una diferencia significativa entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes y después de pasar por el proceso productivo, debido a que estadísticamente, la evidencia muestral no es lo suficientemente fuerte como para llevar el rechazo de la hipótesis nula.

En dado caso que la información que se obtuvo respecto a la diferencia entre dos proporciones no sea suficiente para que el beneficio seco de café pueda tomar una correcta decisión referente a la eficiencia del proceso productivo, se puede aplicar la prueba de hipótesis para una proporción con el propósito de establecer si el lote de café después de pasar por el proceso productivo cumple con el parámetro de calidad que se exige para una preparación europea, la cual se desarrolla a continuación:

3.2.3 Prueba de hipótesis para una proporción

3.2.3.1 Proceso de prueba de hipótesis

Se desea probar la hipótesis de que el lote de café cumple con el parámetro de calidad que se exige para una preparación europea, es decir, que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, después de aplicar el proceso productivo, es como máximo de 0.0150 (1.50%).

Dicha prueba de hipótesis se podrá desarrollar mediante una secuencia lógica y ordenada de ciertos pasos, los cuales son los siguientes:

3.2.3.1.1 Paso 1

Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna

La hipótesis nula y la alterna se pueden plantear de la siguiente forma:

$H_0: P \leq 0.0150$ ← **hipótesis nula:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café es como máximo 0.0150 (1.50%)

$H_a: P > 0.0150$ ← **hipótesis alterna:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café es mayor de 0.0150 (1.50%)

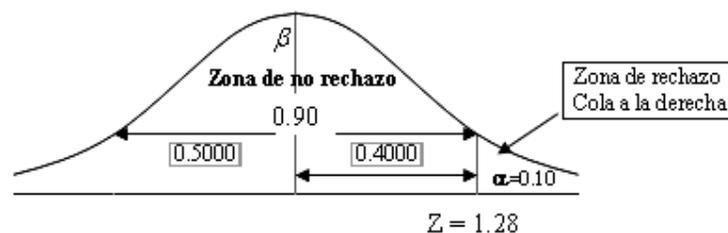
3.2.3.1.2 Paso 2

Definición del criterio de prueba

Después de definir claramente la hipótesis nula y la alterna, corresponde ubicar el área de no rechazo y el área de rechazo. Para lo cual, se debe tomar en consideración el signo que posee el planteamiento de la hipótesis alterna. Este indica un signo mayor ($>$), por tal razón se requiere una prueba para una proporción de una cola a la derecha.

Gráfica No. 10

Definición del criterio de prueba para una proporción



Fuente: Elaboración propia. Junio de 2008.

Se considera utilizar, en la prueba de hipótesis para una proporción, un nivel de significancia del 0.10, el cual permitirá minimizar la probabilidad de cometer un error tipo II, el cual puede ocurrir cuando se acepta un lote de café que no cumple con el parámetro de calidad que se exige para la exportación, según el tipo de preparación que se requiere. Lo que significa que el beneficio seco corre el riesgo de que el lote de café se devuelva y exista un reclamo por parte del comprador, debido al incumplimiento de los términos que se acordaron en el contrato, y esto implicaría la pérdida de prestigio para la empresa exportadora de café.

Se coloca el valor total α del 0.10 en la zona de rechazo, mientras que el restante deja un área de 0.4000 ($0.50 - 0.10 = 0.40$). De acuerdo con la tabla de áreas bajo la curva normal estándar, el área de 0.4000 corresponde a un valor Z de 1.28. Siendo este el valor límite entre la zona de no rechazo y la zona de rechazo. (Ver Anexo 3)

3.2.3.1.3 Paso 3 Calculo del estadístico de prueba

El siguiente paso del proceso de prueba de hipótesis es determinar el valor del estadístico de prueba, el cual se calcula con base en los datos de la muestra que se tomo del lote de café después de pasar por el proceso productivo. Debido a que se realiza una prueba de hipótesis para proporciones, cuando la población es infinita, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{p - P}{\sqrt{\frac{PQ}{n}}}$$

En donde:

P = proporción poblacional bajo la hipótesis nula

p = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

n = tamaño de la muestra

Datos:

$$P = 0.0150 \text{ (1.50\%)}$$

$$p = 0.0233 \text{ (proporción de granos defectuosos, después de aplicar el proceso productivo)}$$

$$n = 4,536 \text{ gramos netos de café oro}$$

$$Z = \frac{0.0233 - 0.0150}{\sqrt{\frac{0.0150(0.9850)}{4,536}}}$$

$$Z = \frac{0.0083}{\sqrt{0.000003257}}$$

$$Z = \frac{0.0083}{0.001805} = 4.598867 \cong 4.60$$

3.2.3.1.4 Paso 4

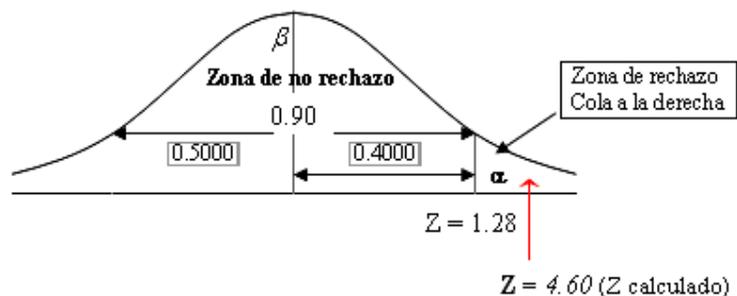
Ubicación del estadístico de prueba

Se debe tener presente el valor que se calculó del estadístico de prueba, para ubicarlo en el criterio de prueba y con ello poder determinar el no rechazo o rechazo de la hipótesis nula.

El estadístico de prueba produce un valor $Z = 4.60$, siendo este mayor al valor crítico de prueba, por lo tanto se ubicará a la derecha del mismo y se apreciará en la zona de rechazo, tal y como se muestra en la gráfica anterior.

Gráfica No. 11

Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba para una proporción



Fuente: Elaboración propia. Junio de 2008.

3.2.3.1.5 Paso 5 Toma de decisión

Se puede establecer una regla de decisión que especifique si se rechaza o no la hipótesis nula. La regla de decisión se define de la siguiente manera:

Regla de decisión: “No se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z \leq 1.28$.
Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z > 1.28$ ”

Se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula “ H_0 ” y no se rechaza el planteamiento de la hipótesis alterna “ H_a ”, debido a que el estadístico de prueba se ubica en el área de rechazo.

3.2.3.1.6 Paso 6 Interpretación

Con un nivel de significación del 0.10 se puede establecer que el lote de café no cumple con el parámetro de calidad que se exige para una preparación europea, debido a que la proporción de granos defectuosos que se presentan en dicho lote, después de aplicar el proceso productivo, se encuentra por encima del 0.0150 (1.50%) máximo que se tolera para la exportación del café.

Fotografía No. 12

Granos de café en oro del lote de café objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia, lote de café para una preparación europea. Junio 2008.

3.3 Guía de aplicación

Guía de aplicación para determinar la eficiencia del proceso productivo en la clasificación y eliminación de los granos defectuosos que se presenten en el lote de café

Presentación

La presente guía expone de una manera lógica y ordenada, el procedimiento que se deberá llevar a cabo para obtener los datos necesarios, a partir de una muestra que se tome antes y después de que el lote de café pase por el proceso productivo, los cuales se utilizarán posteriormente para poder desarrollar el análisis estadístico inferencial. Para la aplicación de dicho procedimiento es necesario tener el conocimiento estadístico sobre el uso de estimación y prueba de hipótesis para la diferencia entre dos proporciones.

Objetivo

Esta guía tiene como propósito proporcionar una herramienta de apoyo al beneficio seco de café Santa Isabel para mejorar la toma de decisiones en la eficiencia del proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

Procedimiento

Paso 1

Identificar la población objeto de estudio

Como primer paso se deberá establecer que lote de café se va a trabajar, es decir, tener el conocimiento acerca de la cantidad de sacos que se requiere y el tipo de café a utilizar en el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación. Además se debe conocer la cantidad de sacos de café oro a exportar, después de pasar por el proceso productivo, el tipo de preparación que se exige, según el mercado destino, y la cosecha a la que pertenece.

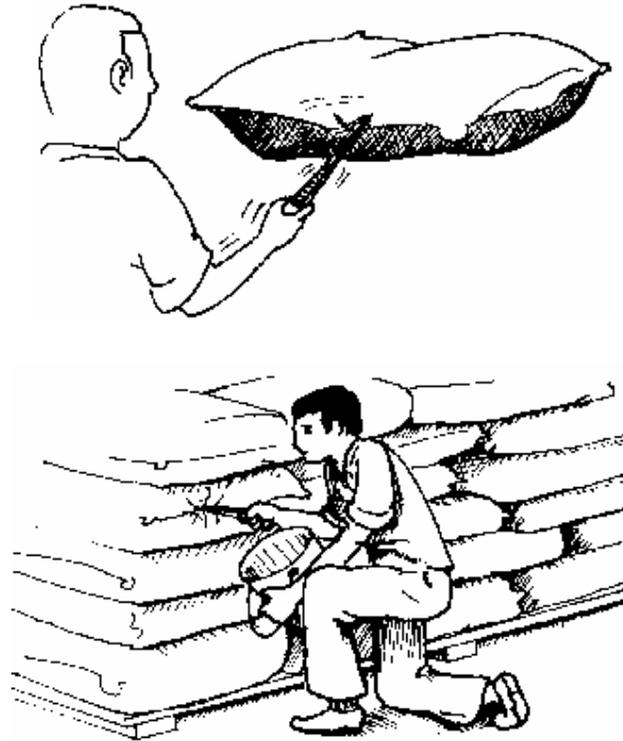
Paso 2

Recolección de los datos

Se debe tomar una muestra del lote de café que se va a trabajar en el proceso productivo, es decir, antes de que el café pase por las diferentes máquinas que se encargan de clasificar y eliminar los granos defectuosos.

Además se debe tomar otra muestra después de que el lote pase por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación. Para obtener ambas muestras de café se debe realizar lo siguiente:

- 2.1 Extraer una pequeña cantidad de granos de café, de cada uno de los sacos que conforman el lote, esto mediante el uso de un chuzo o muestreador.



Paso 3

Organización de los datos

Para organizar los datos de una forma adecuada es necesario considerar los siguientes aspectos:

- 3.1 Identificar cada muestra que se obtuvo del muestreo, que se realizó en el lote de café, con la siguiente información:



No. Lote: ___/___/___
Cantidad del lote: _____ sacos
Cantidad de la muestra: _____ gramos
Etapa de proceso: antes después
Preparación: _____
Cosecha: 20__/ 20__

- 3.2 Separar manualmente cada uno de los granos defectuosos de los granos buenos, que se puedan presentar en cada una de las muestras de café.



- 3.3 Pesar la cantidad de granos defectuosos que se lograron encontrar y determinar dicha cantidad, tanto en gramos como en proporción.



3.4 Para establecer el equivalente en proporción, se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{proporción} = \frac{\text{peso de la cantidad de granos defectuosos}}{\text{peso de la muestra de café}}$$

Paso 4

Presentación de los datos

Para que los datos se logren apreciar y comprender de una manera sencilla, se puede utilizar la tabla estadística y el diagrama circular.

Nota: los datos se deberán anotar en la hoja de registro que se elaboro para dicho propósito. (Ver Anexo 2)

Paso 5

Análisis estadístico inferencial

A partir de cada una de las muestras que se tomaron del lote de café correspondiente, el beneficio seco podrá hacer uso de los datos que se obtuvieron para realizar el análisis estadístico inferencial y con ello poder hacer inferencias y obtener conclusiones sobre la eficiencia del proceso productivo Se utilizará la estimación y prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones.

5.1 Estimación para la diferencia entre proporciones

El beneficio seco de café podrá estimar la diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo y la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de haber pasado por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación. Esto mediante el cálculo de los siguientes elementos:

5.1.1 Estimación puntual

Con base en la proporción de granos defectuosos que se determinó de cada una de las muestras de café, se puede hacer una estimación puntual de la diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, antes y después de pasar por el proceso productivo. Dicha diferencia se calcula con el uso de la siguiente fórmula:

$$(p_1 - p_2) = (P_1 - P_2)$$

En donde:

p_1 = proporción de granos defectuosos, antes de aplicar el proceso productivo

p_2 = proporción de granos defectuosos, después de aplicar el proceso productivo

P_1 = proporción poblacional, antes de aplicar el proceso productivo

P_2 = proporción poblacional, después de aplicar el proceso productivo

5.1.2 Error estándar de muestreo

Se puede estimar la proporción en que la diferencia entre las dos proporciones muestrales podrá variar, por encima o por debajo, de la verdadera diferencia entre las proporciones de granos defectuosos que se presentan en el lote de café.

- a. Dicha proporción se logra calcular mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$S_{p_1-p_2} = \sqrt{\frac{p_1q_1}{n_1} + \frac{p_2q_2}{n_2}}$$

En donde:

p_1 = proporción de granos defectuosos, antes de aplicar el proceso productivo

q_1 = proporción de granos buenos, antes de aplicar el proceso productivo

p_2 = proporción de granos defectuosos, después de aplicar el proceso productivo

q_2 = proporción de granos buenos, después de aplicar el proceso productivo

n_1 = tamaño de la muestra, antes de aplicar el proceso productivo

n_2 = tamaño de la muestra, después de aplicar el proceso productivo

5.1.3 Máximo error de estimación

Para obtener una mayor certeza en cuanto a la estimación que se realiza, se podrá hacer uso de un nivel de confianza, el cual permitirá establecer la proporción máxima que se está dispuesto a aceptar, sobre y bajo, la verdadera diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, antes y después de pasar por el proceso productivo. Para el cálculo se debe tomar en consideración lo siguiente:

- a. Dicho nivel de confianza es el que se desee utilizar en la estimación y que servirá para determinar el valor tipificado de Z. Para hallar este último se debe dividir el nivel de confianza por dos para obtener el área correspondiente a buscar en la tabla de áreas bajo la curva normal. (Ver Anexo 3)

Nota: se puede trabajar con un nivel de confianza del 99%, 95%, 90%, o utilizar cualquier otro nivel que se desee.

- b. La fórmula aplicar es la siguiente:

$$E = \pm Z \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

5.1.4 Intervalo de confianza

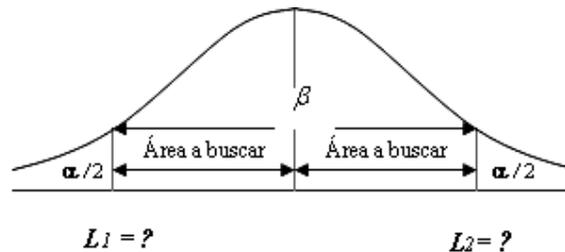
El beneficio seco de café podrá definir el rango dentro del cual se estima que se encuentra la verdadera diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, antes y después de pasar por el proceso productivo, con un cierto grado de certeza.

- a. El intervalo de confianza se puede establecer a través de la siguiente fórmula:

$$I.C. = (p_1 - p_2) \pm Z \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

- b. Se debe sumar y restar el valor que se obtuvo del máximo error de estimación a la diferencia entre las proporciones de granos defectuosos que se determino en cada muestra de café, esto con el fin de calcular el límite tanto superior como interior de confianza.

- c. Graficar la curva normal estándar, para apreciar los límites que conforman el intervalo de confianza.



5.2 Prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones

El beneficio seco de café podrá tomar la decisión de aceptar o rechazar que el proceso productivo está trabajando eficientemente en la clasificación y eliminación de los granos defectuosos que se presentan en los lotes de café, esto mediante la prueba de hipótesis de que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es mayor que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de pasar por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación.

Para lo cual se deberá desarrollar de una manera lógica y ordenada los siguientes aspectos:

5.2.1 Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna

Como primer paso es definir las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: $P_1 = P_2$ ← **hipótesis nula:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es igual a la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de pasar por el proceso productivo.

Ha: $P_1 > P_2$ ← **hipótesis alterna:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo es mayor a la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café después de pasar por el proceso productivo.

5.2.2 Definición del criterio de prueba

En este paso se deberá tomar en cuenta el signo que posee la hipótesis alterna para ubicar la zona de no rechazo y la zona de rechazo. En este caso, el signo que se tiene es mayor $>$ y por lo tanto se requiere una prueba de una cola a la derecha.



S

Se debe definir el valor límite entre la zona de no rechazo y la zona de rechazo, el cual se determina por el nivel de significancia α que se desee utilizar para la prueba de hipótesis y por el área correspondiente a buscar en la tabla de áreas bajo la curva normal estándar. Este se representa como el valor de Z .

5.2.3 Cálculo del estadístico de prueba

Con base en los datos que se determinaron de cada una de las muestras que se tomó del lote de café, se deberá establecer el valor de Z calculado mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_c Q_c}{n_1} + \frac{P_c Q_c}{n_2}}}$$

En donde:

P = proporción poblacional bajo la hipótesis nula

p_1 = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

p_2 = proporción muestral con la característica en estudio “éxito”

n_1 = tamaño de la muestra, antes de pasar por el proceso productivo

n_2 = tamaño de la muestra, después de pasar por el proceso productivo

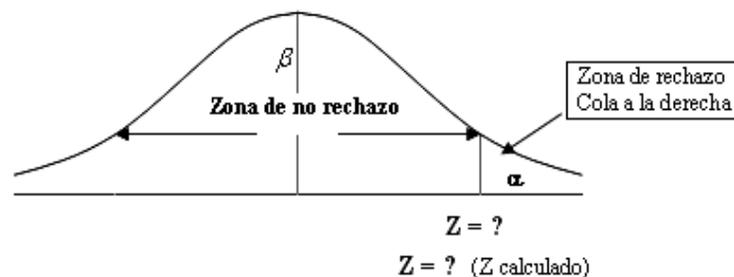
α = nivel de significancia

☞ Sin embargo, para calcular el estadístico de prueba es necesario determinar primero el valor P_c , mediante la siguiente formula:

$$P_c = \frac{(n_1)(p_1) + (n_2)(p_2)}{n_1 + n_2}$$

5.2.4 Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba

Para ubicar el estadístico de prueba se debe tener presente el signo y valor que este posee, esto permitirá hacer una comparación con el valor limite que se estableció y determinar si se encuentra en la zona de no rechazo o en la zona de rechazo.



5.2.5 Toma de decisión

Con lo anterior se lograra establecer una regla de decisión que defina si se rechaza o no la hipótesis nula.

Regla de decisión: “*No se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z \leq ?$.
Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z > ?$ ”*

☞ Se podrá tomar la decisión de no rechazar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna o rechazar la hipótesis nula y no rechazar la hipótesis alterna.

5.2.6 Interpretación de los resultados

Utilizando como base la toma de decisión que se realizó en el paso anterior se podrá determinar con un nivel de significación si se tenía razón o no respecto al planteamiento que se plasmó en la hipótesis nula.

La información que se obtendrá a por medio de la estadística inferencial, a través del proceso de estimación y prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones, que anteriormente se detalló, será de gran utilidad para que el beneficio seco de café pueda tomar mejores decisiones respecto a la eficiencia del proceso productivo. Sin embargo para disponer de las suficientes bases en las decisiones que se toman, se podrá hacer uso de la prueba de hipótesis para una proporción, la cual se desarrolla a continuación:

5.3 Prueba de hipótesis para una proporción

El beneficio seco de café podrá tomar la decisión de aceptar o rechazar que el lote de café a exportar cumple con el parámetro de calidad que se exige para una preparación europea, esto mediante la prueba de hipótesis de que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café, después de aplicar el proceso productivo, es como máximo de 0.0150 (1.50%).

Parámetro que establece la **Green Coffee Association de Nueva York**, para una preparación europea. Para lo cual se deberá desarrollar de una manera lógica y ordenada los siguientes aspectos:

5.3.1 Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna

Como primer paso es definir las hipótesis de la siguiente manera:

H₀: $P \leq 0.0150$ ←**hipótesis nula:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café es como máximo de 0.0150 (1.50%).

H_a: $P > 0.0150$ ←**hipótesis alterna:** La proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café es mayor de 0.0150 (1.50%).

5.3.2 Definición del criterio de prueba

En este paso se deberá tomar en cuenta el signo que posee la hipótesis alterna para ubicar la zona de no rechazo y la zona de rechazo. En este caso, el signo que se tiene es mayor $>$ y por lo tanto se requiere una prueba de una cola a la derecha.



S

e debe definir el valor límite entre la zona de no rechazo y la zona de rechazo, el cual se determina por el nivel de significación α que se desee utilizar para la prueba de hipótesis y por el área correspondiente a buscar en la tabla de áreas bajo la curva normal estándar. Este se representa como el valor de Z .

5.3.3 Cálculo del estadístico de prueba

Con base en los datos que se determinaron de la muestra que se tomó, después de que el lote de café pasara por el proceso productivo, se deberá establecer el valor de Z calculado mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{p - P}{\sqrt{\frac{PQ}{n}}}$$

En donde:

P = proporción poblacional bajo la hipótesis nula

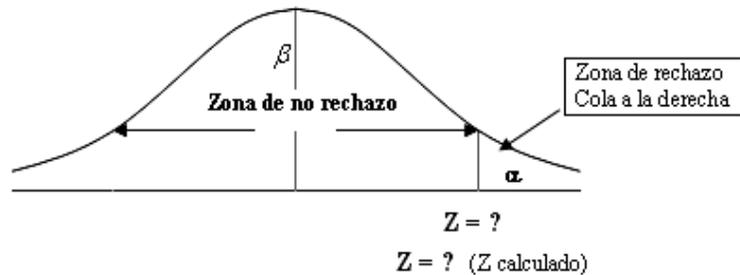
Q = proporción poblacional complemento ($1 - P$)

p = proporción muestral que posee la característica "éxito"

n = tamaño de la muestra

5.3.4 Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba

Para ubicar el estadístico de prueba se debe tener presente el signo y valor que este posee, esto permitirá hacer una comparación con el valor límite que se estableció y determinar si se encuentra en la zona de no rechazo o en la zona de rechazo.



5.3.5 Toma de decisión

Con lo anterior se lograra establecer una regla de decisión que defina si se rechaza o no la hipótesis nula.

Regla de decisión: “No se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z \leq ?$.
Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z > ?$ ”

☞ Se podrá tomar la decisión de no rechazar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna o rechazar la hipótesis nula y no rechazar la hipótesis alterna.

5.3.6 Interpretación de los resultados



CONCLUSIONES

1. De los resultados que se obtuvieron de la aplicación del análisis estadístico inferencial, se determinó que la proporción de granos defectuosos que se presentan en el lote de café antes de pasar por el proceso productivo, no difiere significativamente de la proporción de granos defectuosos que se presentan después de que dicho lote pasara por el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación, lo que significa que tanto las diferentes máquinas que se encargan de clasificar el grano de café de acuerdo a sus características físicas: tamaño, peso y color, como las escogedoras que realizan manualmente la selección de estos granos, no están logrando eliminar de manera eficiente gran cantidad de granos defectuosos y esto provoca que el producto a obtener no pueda cumplir con el parámetro de calidad que se exige para la exportación.
2. El beneficio seco de café, durante el periodo de investigación, trabajó una cantidad de 58 lotes de café para una preparación europea, de los cuales el 81.03% fueron aceptados para la exportación, por cumplir con los requerimientos que exige dicha preparación, mientras que el 18.97% fueron rechazados, ya que no cumplieron con el estándar mínimo de calidad que se tolera y por lo tanto dicho beneficio de café necesitó recurrir al reproceso para lograr disminuir la cantidad de granos defectuosos que se presentaron en cada uno de estos lotes, lo cual tiene una alta incidencia en los costos y en la programación de producción.
3. El beneficio seco de café Santa Isabel no cuenta con la suficiente información a su disposición, respecto a la eficiencia del proceso productivo en la clasificación y eliminación de los granos defectuosos que se presentan en los lotes de café a exportar, siendo este el motivo por el cual se observe una deficiencia en la toma de decisiones respecto al proceso productivo que se realiza.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere al beneficio seco de café Santa Isabel, llevar a cabo un mantenimiento semanal, el cual implica realizar los ajustes necesarios, el chequeo de los niveles de fluido de aire, la limpieza, ventilación y calibración adecuada tanto a las máquinas que efectúan la clasificación por peso y tamaño (máquina Catadora, Oliver y Clasificadora) como a las que se encargan de separar el grano de café por color (máquina Electrónica). Además es importante la revisión de los puntos de lubricación, la alineación de las poleas y el tensado de las bandas de escogido.

Así, también se recomienda dar capacitación a las escogedoras, acerca de cómo realizar la selección de granos defectuosos que se presentan en los lotes de café. Esto permitirá optimizar los recursos para que la diferencia entre la proporción de granos defectuosos que se presentan antes y después de que el lote de café pase por el proceso productivo sea significativa y con ello asegurar que el producto a exportar pueda cumplir con el parámetro de calidad que se tolera.

2. Que el beneficio seco de café, durante el proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación, realice una supervisión detallada de cada una de las etapas que conforman el proceso productivo, para determinar tanto el funcionamiento de las diferentes máquinas como el desempeño del recurso humano, especialmente de las escogedoras. Para lo cual debe contar con un supervisor, que será el encargado de verificar constantemente la calidad de los granos de café que pasan de una máquina a otra máquina y determinar que el trabajo que realizan las escogedoras sea eficiente. Esto mediante la toma de una pequeña muestra de café, la cual puede ser como mínimo de 100 gramos.

3. El beneficio seco de café Santa Isabel debe aplicar el análisis estadístico inferencial como herramienta de apoyo para determinar la eficiencia del proceso productivo, mediante la utilización permanente de la guía de aplicación propuesta, la cual presenta de una manera lógica y ordenada el procedimiento de estimación y prueba de hipótesis para la diferencia entre dos proporciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. LEVIN, RICHARD I. Y DAVID RUBIN S. 2004. Estadística para Administradores y Economía. Pearson, Educación, México. Séptima edición. 928 pp.
2. MORALES PEÑA, OTTO RENÉ; Y ÓSCAR HAROLDO QUIÑÓNEZ PORRAS. 2005. Bases para la estadística Inferencial. Guatemala, Escuela Administración de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad San Carlos de Guatemala. 142 pp.
3. MURRAY, SPIEGEL. 1991. Probabilidad y estadística. México. Editorial McGraw Hill. 372 pp.
4. ROCHAC, ALFONSO. 1984. Diccionario del Café. México. Anacafé. Octava edición. 490 pp.
5. STEVENSON, WILLIAM. 1981. Estadística para Administración y Economía. México. Editorial Limusa. 2da. Edición. 584 pp.
6. WEBSTER, ALLEN. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. México. Editorial McGraw-Hill. Tercera edición. 640 pp.
7. ANACAFÉ. La determinación de la calidad del café. Guatemala. Anacafé. 49 pp.
8. ANACAFÉ. 1998. Manual de Caficultura. Guatemala. Anacafé. Tercera edición. 318 pp.
9. ANACAFÉ. 2006. Guía técnica de Caficultura. Anacafé. Segunda edición. 270 pp.
10. Green Coffee Association of New York, Inc. 2008. (en línea). Estados Unidos de América. Disponible en: <http://www.green-coffee-assoc.org/>

ANEXO

1

INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
INVESTIGACIÓN DE CAMPO
Guía de observación

Fecha de la observación: ___/___/___ Hora de la observación: _____

Nombre del observador: _____

Nombre del lugar: _____

Antes de aplicar el proceso productivo

Acciones o actividades que se realizan al momento de recibir el café en el beneficio seco de café.

Toman alguna muestra de la materia prima que se utilizará para llevar a cabo el proceso de producción.

Sí No ¿De que manera? _____

Aspectos a observar en la muestra que se tomó.

Decisiones que se toman con base en los resultados obtenidos de la muestra examinada.

Personas requeridas para esta etapa del proceso productivo.

Regiones de donde proviene el café pergamino que reciben en el beneficio seco.

Durante la aplicación del proceso productivo

Tolva pre-limpieza

Función principal que realiza la máquina.

Personal requerido para operar la máquina.

Actividades que llevan a cabo para mantener el adecuado funcionamiento de la máquina.

Granos defectuosos que separa la máquina.

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que va separando la máquina.

Sí No

Acciones que realizan al momento de observar que las máquinas están dejando pasar gran cantidad de granos defectuosos junto con los granos buenos.

Retrilla

Función principal que realiza la máquina.

Personal requerido para operar la máquina.

Acciones o actividades que realizan para mantener el adecuado funcionamiento de la máquina.

Granos defectuosos que separa la máquina.

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que va separando la máquina.

Sí No

Acciones que realizan al momento de observar que las máquinas están dejando pasar gran cantidad de granos defectuosos junto con los granos buenos.

Catadoras

Función principal que realiza la máquina.

Personal requerido para operar la máquina.

Acciones o actividades que realizan para mantener el adecuado funcionamiento de la máquina.

Granos defectuosos que separa la máquina

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que va separando la máquina.

Sí No

Acciones que realizan al momento de observar que las máquinas están dejando pasar gran cantidad de granos defectuosos junto con los granos buenos.

Oliver

Función principal que realiza la máquina.

Personal requerido para operar la máquina.

Acciones o actividades que realizan para mantener el adecuado funcionamiento de la máquina.

Granos defectuosos que separa la máquina.

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que va separando la máquina.

Sí No

Acciones que realizan al momento de observar que las máquinas están dejando pasar gran cantidad de granos defectuosos junto con los granos buenos.

Clasificadora de tamaños

Función principal que realiza la máquina.

Personal requerido para operar la máquina.

Acciones o actividades que realizan para mantener el adecuado funcionamiento de la máquina.

Granos defectuosos que separa la máquina.

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que va separando la máquina.

Sí No

Acciones que realizan al momento de observar que las máquinas están dejando pasar gran cantidad de granos defectuosos junto con los granos buenos.

Electrónicas

Función principal que realiza la máquina.

Personal requerido para operar la máquina.

Acciones o actividades que realizan para mantener el adecuado funcionamiento de la máquina.

Granos defectuosos que separa la máquina.

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que va separando la máquina.

Sí No

Acciones que realizan al momento de observar que las máquinas están dejando pasar gran cantidad de granos defectuosos junto con los granos buenos.

Bandas de escogido

Supervisan la cantidad de granos defectuosos que van clasificando en las bandas de escogido

Sí No

Granos defectuosos que separan.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
INVESTIGACIÓN DE CAMPO
Guía de entrevista

Instrucciones: A continuación se le realizará una serie de preguntas relacionadas al proceso productivo que se realiza en el beneficio seco de café. Con el objetivo de obtener mayor información sobre el tema de investigación.

1. ¿Podría describirnos en que consiste el proceso productivo que se realiza en el beneficio seco de café?

2. ¿Del café que reciben en el beneficio seco, determinan con anterioridad la calidad del mismo, es decir, conocen las condiciones en las que se encuentra el café antes de que entre al proceso productivo?

Sí No ¿De qué forma? _____

3. ¿Qué maquinaria se utiliza para llevar a cabo el proceso productivo, en la transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación?

4. ¿El proceso de clasificación de granos defectuosos difiere, según el tipo de requerimientos que exige el cliente?

Sí No ¿De qué manera? _____

5. ¿Qué actividades se realizan para mantener el adecuado funcionamiento de la maquinaria que se utiliza?

6. ¿Qué personal se requiere para llevar a cabo las actividades del proceso productivo en el beneficio seco de café?

7. ¿De qué forma los empleados obtienen el conocimiento necesario sobre el manejo y funcionamiento de la maquinaria que se emplea?

8. ¿Supervisan el desarrollo de las actividades que cada trabajador realiza en el beneficio seco de café?

Sí No ¿De qué manera? _____

9. ¿Qué requisitos de ley se deben de cumplir para que el beneficio seco de café pueda funcionar como tal?

10. ¿Cuáles son las normas que rigen para poder realizar la exportación de café oro?

11. ¿Qué decisiones se toman respecto al proceso productivo que se realiza en el beneficio seco de café?

12. ¿Quién o quiénes toman las decisiones acerca del proceso de transformación de café pergamino a café oro listo para la exportación que se realiza?

ANEXO
2
HOJA DE REGISTRO

Hoja de registro

Fecha: ___/___/___

No. de lote: ___/___/___
Tipo de café: _____
Cosecha: _____
Tipo de preparación: _____

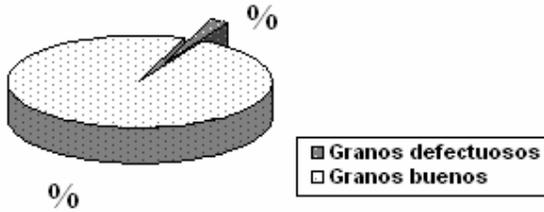
Etapa del proceso de producción **antes**

Tamaño del lote: _____ sacos
Tamaño de la muestra: _____ gramos
Granos defectuosos: _____ gramos
Granos buenos: _____ gramos
Proporción de granos defectuosos: _____
Proporción de granos buenos: _____

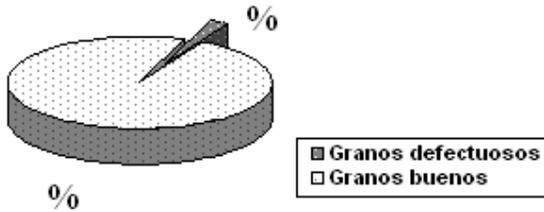
Etapa del proceso de producción **después**

Tamaño del lote: _____ sacos
Tamaño de la muestra: _____ gramos
Granos defectuosos: _____ gramos
Granos buenos: _____ gramos
Proporción de granos defectuosos: _____
Proporción de granos buenos: _____

PORCENTAJE DE LAS CONDICIONES DE CALIDAD DE LOS GRANOS DE CAFÉ EN ORO DE LA MUESTRA QUE SE TOMÓ ANTES QUE EL LOTE DE CAFÉ PASARA POR EL PROCESO PRODUCTIVO



PORCENTAJE DE LAS CONDICIONES DE CALIDAD DE LOS GRANOS DE CAFÉ EN ORO DE LA MUESTRA QUE SE TOMÓ DESPUÉS QUE EL LOTE DE CAFÉ PASARA POR EL PROCESO PRODUCTIVO



Hoja de registro

Análisis estadístico inferencial

Fecha: ___/___/___

Estimación para la diferencia entre proporciones

Datos:

$p_1 = ?$
 $q_1 = ?$ $\beta = ?$
 $p_2 = ?$ $\alpha = ?$
 $q_2 = ?$ $Z = ?$
 $n_1 = ?$
 $n_2 = ?$

Estimación puntual

$$(p_1 - p_2) = (P_1 - P_2)$$

Error estándar del muestreo

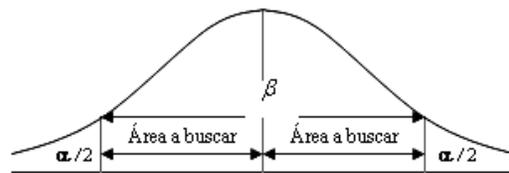
$$S_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

Máximo error de estimación

$$E = \pm Z \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

Intervalo de confianza

$$I.C. = (p_1 - p_2) \pm Z \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$



$L_1 = ?$

$L_2 = ?$

Hoja de registro

Fecha: ___/___/___

Prueba de hipótesis para la diferencia entre proporciones

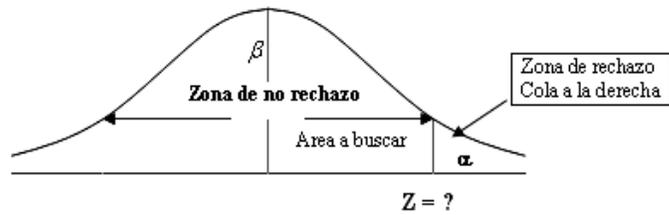
Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna

$$H_0: P_1 = P_2$$

$$H_a: P_1 > P_2$$

Definición del criterio de prueba

Datos:
 $p_1 = ?$
 $p_2 = ?$
 $P_1 = ?$
 $P_2 = ?$
 $n_1 = ?$
 $n_2 = ?$



Calculo del estadístico de prueba

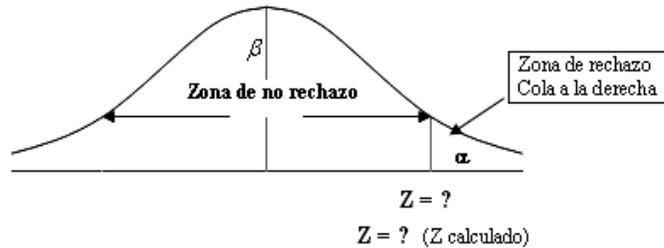
$$P_c = \frac{(n_1)(p_1) + (n_2)(p_2)}{n_1 + n_2} \quad P_c = ?$$

$$Q_c = ?$$

$$\alpha = ?$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_c Q_c}{n_1} + \frac{P_c Q_c}{n_2}}}$$

Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba



Hoja de registro

Fecha: ___/___/___

Toma de decisión

Regla de decisión: “No se rechaza la hipótesis nula **H₀** si el valor $Z \leq ?$
Se rechaza la hipótesis nula **H₀** si el valor $Z > ?$ ”

Interpretación de los resultados

Prueba de hipótesis para una proporción

Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alterna

$$H_0: P \leq 0.0150$$

$$H_a: P > 0.0150$$

Definición del criterio de prueba



Hoja de registro

Fecha: ___/___/___

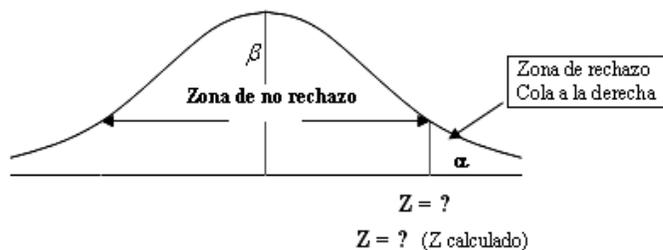
Calculo del estadístico de prueba

Datos:

$P = ?$
$Q = ?$
$p = ?$
$n = ?$

$$Z = \frac{p - P}{\sqrt{\frac{PQ}{n}}}$$

Ubicación del estadístico de prueba en el criterio de prueba



Toma de decisión

Regla de decisión: "No se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z \leq ?$
Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor $Z > ?$ "

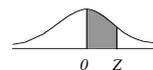
Interpretación y conclusión de los resultados

ANEXO

3

TABLA DE ÁREAS BAJO LA CURVA NORMAL ESTÁNDAR

TABLA DE ÁREAS BAJO “LA CURVA NORMAL ESTÁNDAR”



Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2518	.2549
0.7	.2580	.2612	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.5	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998
3.6	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.7	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.8	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999

ANEXO

4

TABLA DE IMPERFECCIONES

Green Coffee Association de Nueva York

NEW YORK COFFEE AND SUGAR EXCHANGE, INC.

79 PINE STREET, NEW YORK 5, N. Y.

COLORACION MINIMA EXIGIDA



TABLA DE IMPERFECCIONES

Para cafés bajo Contrato "M" y para todos los cafés Washed Arabica, mencionados en la Sección 106 (b) (Contrato "W")

- 1 negro equivale a 1 Imperfección.
- 1 muy agrio equivale a 1 Imperfección.
- 1 cereza equivale a 1 Imperfección.
- 5 conchas equivale a 1 Imperfección.
- 5 quebrados equivale a 1 Imperfección.
- 2 a 5 parcialmente negros o parcialmente agrios, dependiendo en que cada grano esté descolorido o dañado, equivale a 1 Imperfección.
- 5 flotes equivale a 1 Imperfección.
- 3 palos pequeños equivalen a 1 Imperfección.
- 1 palo mediano equivale a 1 Imperfección.
- 1 palo grande, dependiendo del tamaño de los palos, equivale a 2 a 3 Imperfecciones.
- 2 a 3 valnas o cáscaras, dependiendo del tamaño, equivalen a 1 Imperfección.
- 2 a 3 pergaminos dependiendo del tamaño, equivalen a 1 Imperfección.



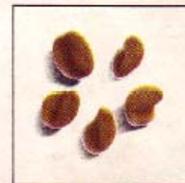
Muy negro



Muy agrio



Cereza



Concha



Quebrados



Parcialmente negro



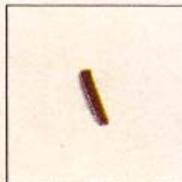
Poco agrio



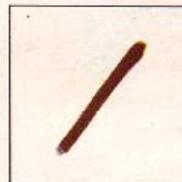
Marinheiros



Palos pequeños



Palo mediano



Palo grande



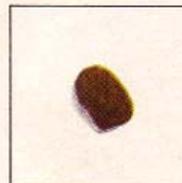
Cáscaras



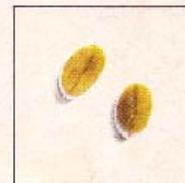
Piedras pequeñas



Piedra mediana



Piedra grande



Pergamino

ANEXO
5
GRANOS DE CAFÉ DEFECTUOSOS



Grano negro



Grano sofre-fermentado



Grano carcomido



Grano verde



Grano ámbar



Grano blanqueado



Grano manchado



Grano con película rojiza



Grano deforme



Grano brocado



Grano pequeño



Grano cerezo



Grano quebrado



Defectos extrínsecos

ANEXO

6

INSTALACIONES DEL BENEFICIO SECO DE CAFÉ SANTA ISABEL



Ingreso del café pergamino a la báscula camionera



Tolva pre-limpieza



Catadoras



Elevadores y clasificadora por tamaños