

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA ADMINISTRATIVA**

**EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO EN RECIBO DE PRODUCTOS
HORTÍCOLAS PARA LA EMPRESA FRUTA INTERNACIONAL S.A.**

**INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA
AGROPECUARIA ADMINISTRATIVA, CON ÉNFASIS EN EMPRESAS
AGROPECUARIAS.**

JORGE LUIS GONZÁLEZ ROMERO

CARTAGO, COSTA RICA

2006

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO DE MUESTREO PARA EL RECIBO DE CONTROL DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS PARA LA EMPRESA FRUTA INTERNACIONAL S.A.

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA AGROPECUARIA ADMINISTRATIVA, CON ÉNFASIS EN EMPRESAS AGROPECUARIAS.

Tribunal Evaluador

Dr. Manuel Pontigo Alvarado

Profesor Asesor

M.Sc. Patricia Arguedas Gamboa

Profesor Consultor

M.Sc. Pedro Martín Ramírez López

Profesor Lector

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO DE MUESTREO PARA EL RECIBO DE CONTROL DE
PRODUCTOS HORTÍCOLAS PARA LA EMPRESA FRUTA INTERNACIONAL S.A.

Dedicatoria

A mamá, por supuesto.

Agradecimiento

A mi profesor guía Dr. Manuel Pontigo Alvarado , por ayudarme durante sus cursos y en la realización de este informe.

A todos los profesores, y personal de Agropecuaria Administrativa: ¡Lo hicimos juntos!

A todos los compañeros de la carrera que siempre de alguna u otra manera con sus alegrías, tristezas y consejos me ayudaron de todas formas.

A toda mi gran familia del TEC; profesores, compañeros de la soda, biblioteca, publicaciones, Casa Cultural Amón por acompañarme en esta larga espera al triunfo.

Y por supuesto, Eternamente agradecido al Instituto Tecnológico de Costa Rica ¡ Al fin me graduaste!

Al Señor Dios de los cielos y la tierra.

Índice General

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice General	iii
Resumen	vi
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 El problema y su importancia.....	1
1.2 Antecedentes del problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Control de calidad.....	4
2.1.1 Defectos que afectan la calidad en la empresa.	5
2.1.2 Evaluación dentro del proceso de control de calidad.....	7
2.2 La estadística dentro del control de la calidad.....	8
2.2.1 Análisis de datos	9
2.2.1.1 Distribución no paramétrica en el muestreo estadístico.....	9
2.2.1.2 La prueba de Wilcoxon o prueba de signo.....	10
2.2.1.3 La Correlación.....	11
2.2.1.4 Distribución Poisson.....	12
3 METODOLOGÍA Y MATERIALES	13
3.1 Metodología de operación.	13
3.2 Materiales	13
3.3 Método de análisis.....	14
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1 Cebolla.....	15
4.2 Chile Dulce	16
4.3.Papa	17
4.4 Tomate.....	18
4.5 Zanahoria.....	19
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20

5.1 Conclusiones	20
5.2 Recomendaciones	21
6. BIBLIOGRAFÍA	22
<i>Referencias de la Red Internacional de Computadoras (INTERNET por las siglas en inglés) *</i>	23
E1. Pontigo,M.2004. Estadística Descriptiva NoParamétrica.	23
www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ApunteSdeEstadísticaDescriptiva	23
E2. Pontigo,M.2005. Regresión Lineal y Correlación.	23
www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ApunteSdeEstadísticaDescriptiva	23
E3. Pontigo,M.2005. Distribución Poisson.....	23
<i>Anexos</i>	25

Indice de Cuadros

Cuadro 1. Porcentaje de desecho por defecto a partir del desecho total de la papa.....	5
Cuadro 2. Porcentaje de desecho por defecto a partir del desecho total de la tomate.....	6
Cuadro 3. Proveedores de cebolla estimacion 10 Kg/producto.....	15
Cuadro 4. Proveedores de chile dulce estimacion 10 Kg/producto.....	16
Cuadro 5. Proveedores de papa estimacion 10 Kg/producto.....	17
Cuadro 6. Proveedores de tomate estimacion 10 Kg/producto.....	18
Cuadro 7. Proveedores de zanahoria estimacion 10 Kg/producto.....	19

Indice de Ecuaciones

Ecuación1. Correlacion.....	11
Ecuación2. Distribución Poisson.....	14

Índice de Figuras

Figura 1 Etapas del muestreo.....	2
Figura 2 Calidad por proveedor para cebolla.....	15
Figura 3 Calidad por proveedor para chile dulce.....	16
Figura 4 Calidad por proveedor para papa.....	17
Figura 5 Calidad por proveedor para tomate.....	18
Figura 6 Calidad por proveedor para zanahoria.....	19
Figura 7 Marco de muestreo para productos a granel, furgon o contenedor.....	21

Índice de Anexos

Anexo 1 Hoja de calificación por lote.....	25
Anexo 2 Datos recopilados en los muestreos para cebolla.....	26
Prueba de Wilcoxon en cebolla.....	29
Probabilidad del coeficiente de correlación.....	29
Anexo 3 Datos recopilados en los muestreos para chile dulce.....	30
Prueba de Wilcoxon en chile dulce.....	33
Probabilidad del coeficiente de correlación.....	33
Anexo 4 Datos recopilados en los muestreos para papa.....	34
Prueba de Wilcoxon en papa.....	39
Probabilidad del coeficiente de correlación.....	39
Anexo 5 Datos recopilados en los muestreos para tomate.....	40
Prueba de Wilcoxon en tomate.....	43
Probabilidad del coeficiente de correlación.....	43
Anexo 6 Datos recopilados en los muestreos para zanahoria.....	44
Prueba de Wilcoxon en zanahoria.....	47
Probabilidad del coeficiente de correlación.....	47

Resumen

En el presente estudio se evaluó un sistema estadístico de control de la calidad de recibo en andén en los productos: cebolla, chile dulce, papa, tomate y zanahoria previamente planteado por Araya (2); para la división de vegetales en la empresa Fruta Internacional S.A., ubicada en CENADA, Barreal de Heredia. El objetivo de estudio es el de valorar la técnica aplicada por el inspector y realizar una evaluación del sistema de muestreo por conglomerados o etapas utilizando para ello la herramienta estadística Prueba de Poisson en la etapa final. La valoración se realizó al producto al momento de ingresar a la planta, y en el proceso de acondicionamiento con el fin de evaluar el porcentaje de desperdicio percibido durante el proceso para valorar la consistencia entre los momentos de muestreo.

El control de calidad logro reducir las perdidas y mejorar las ganancias de la empresa .La consistencia de los criterios de selección se valoro mediante las calificaciones de entrada y las de salida dadas o asignadas a cada producto usando la Prueba de Rango con Signo de Wilcoxon, para en una segunda etapa valorar la relación entre las calificaciones y el desperdicio generado mediante la correlación múltiple. Finalmente con ambas valoraciones se aproximó el volumen de despercio por proveedor mediante una distribución Poisson.

Se encontró una tendencia a dar una calificación de calidad mayor a casi todos los productos en la etapa de recibo. Para la segunda prueba se encontró una casi inexistente correlación entre calificaciones de entrada y las de salida con el desperdicio. Se puede considerar que el desperdicio es bajo en los cinco productos.

Terminada la evaluación se concluyó, que el sistema de muestreo de conglomerados, cumple con el objetivo de control de calidad para los productos en estudio. La técnica valorada se puede adaptar a cualquier otro producto variando el tamaño de muestra, y el marco de muestreo.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Fruta Internacional S.A. se dedica a la compra y distribución de frutas y vegetales en el mercado nacional, fundada en los años setenta ha mostrado un crecimiento paulatino dentro del sector hasta lograr una mejor consolidación en el mercado de venta de productos de huerta. Cuenta en la actualidad con dos divisiones a saber: la de frutas importadas y la de vegetales.

Fruta Internacional S.A. trabaja con proveedores a los que ha capacitado para preparar sus productos de acuerdo a las exigencias cada vez más estrictas de los compradores. Estas exigencias son a la vez transferidas a los proveedores para que cuiden y preparen sus productos para no ser rechazados y presenten poco desperdicio en el proceso de preparación que representa costo directo para Fruta Internacional, S. A.

1.1 El problema y su importancia

Los funcionarios de la empresa mencionan, “que en la actualidad no se ha logrado encontrar una correlación real entre el producto defectuoso y el rendimiento obtenido en planta, que cuantifique la pérdida máxima aceptable”. Esta inquietud tiene muchas interrogantes por resolver, una parcialmente resuelta es la inspección que se hace del producto en el andén, que ha venido estudiándose hasta establecer un método de muestreo para identificar el producto que no es conveniente su aceptación o muestreo.

Después que los productos ingresan al proceso se deterioran en el aspecto físico por el manejo del producto y el fisiológico por la madurez. De aquí el interés de Fruta Internacional, por evaluar el método de muestreo en andén, desde un punto de vista de flexibilidad operativa y de eficiencia en la selección.

1.2 Antecedentes del problema

El método de muestreo que se menciona fue desarrollado por Araya (2) mediante un trabajo de graduación.

El sistema de muestreo que se propone consta de tres etapas. En una primera etapa se selecciona al azar una tarima de cajas con producto del lote. La tarima estará conformada por n niveles los cuales, una vez identificada la tarima a inspeccionar, se seleccionarán al azar. En este proceso se utilizan tablas con números aleatorios por lo que las tarimas que conforman el lote y los niveles de la tarima seleccionada tienen la misma posibilidad de ser elegidos, con ello se espera que la muestra sea representativa del lote (2).

La tercera etapa se deja a criterio del inspector de calidad, quien elegirá la caja que será examinada detalladamente. Como referencia se le suministrará una tabla con una distribución probabilística como lo es la distribución de Poisson, que utilizará como marco de referencia para las tolerancias de producto dañado (2).

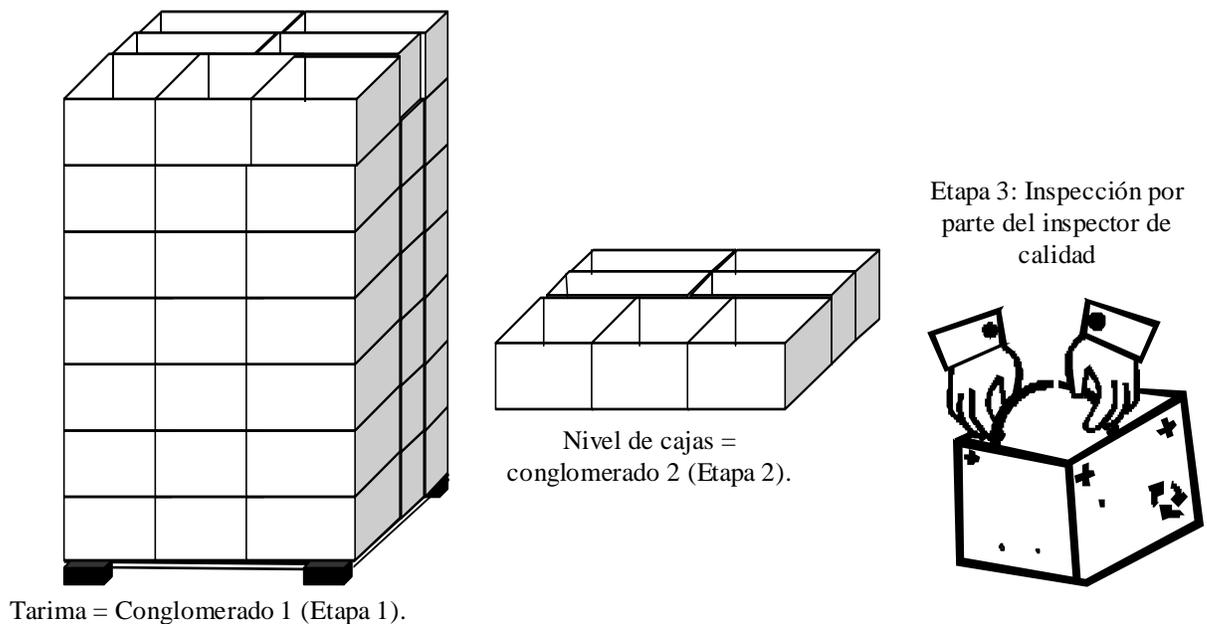


Figura 1. Etapas del muestreo

Fuente: Araya (2)

En éste trabajo se valorará el método propuesto con sus consecuencias medidas en técnica del desperdicio del producto buscando la relación que le interesa a la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación del método de muestreo por etapas en el sistema de control de calidad de la empresa Fruta Internacional. S. A., con énfasis en cebolla, chile dulce, papa, tomate y zanahoria.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Estimar el rechazo total de los cinco productos mencionados y sus relaciones con las calificaciones de ingreso y de proceso.
- b) Estimar la relación entre las calificaciones de anden y proceso del producto.
- c) Estimar la distribución Poisson para el desecho por proveedor como resultado del muestreo en el anden y proceso.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Control de calidad

El control de calidad hace referencia al proceso que se emplea con el fin de cumplir con los estándares establecidos para un bien o servicio. Junto a ello permite poder evaluar el desempeño real obtenido en la planta con aquellos estándares preestablecidos con el fin de poder corregir si es el caso, cualquier desempeño que sea observado y que se note alguna diferencia con el estándar (1).

Otra definición propia de control de calidad sería el conjunto de actividades que se realizan sobre un proceso o producto con el fin de verificar que éste se encuentra dentro de los límites fijados por un patrón que ya ha sido preestablecido.

Se puede observar que la calidad es el objetivo que las empresas emparadoras y distribuidoras del sector agroindustrial deben buscar logrando cada día la satisfacción de su mercado meta. Se entiende que el objetivo buscado requiere un esfuerzo constante de la mercadotecnia por parte de la empresa y que el logro de la calidad requerirá el desempeño de una amplia y detallada variedad de actividades que se identifican dentro del quehacer del proceso de calidad.

Los ejemplos obvios son el estudio de las necesidades de la calidad por parte de los clientes, la revisión del diseño, las pruebas de producto y el análisis de las quejas reales (3).

2.1.1 Defectos que afectan la calidad en la empresa.

Las empresas empacadoras generan pérdidas en planta. La Ingeniera Yazmin Mayorga en su trabajo final de graduación realizó un análisis de los datos de pérdidas postcosecha para la papa y el tomate.

Donde se utiliza la relación de desperdicio de acuerdo a los daños generados en campo que pueden ser fuentes que generen desperdicio postcosecha (6).

Para la papa reporta una pérdida total de 18,69 kg/TM.. Las causas de pérdida poscosecha fueron: fresca, rajaduras, papa cele, verdeo, daño causado por polilla, daño causado por enfermedades, olores extraños, deformidades, suciedad en la papa, papa partida, brotes y mezcla de variedades de papa (6).

El siguiente cuadro muestra las causas de pérdidas postcosecha para la papa, ordenadas de mayor a menor porcentaje.

Cuadro 1. Porcentajes de desecho por defecto a partir del desecho total papa.

Daño	Cantidad de dañados	Porcentaje de la cantidad de producto dañado muestreado	Producto dañado en kg/100 del total de producto de desecho	Producto dañado en kg/100 del total de producto de desecho
a Cele	124	19.22	7.69	0.021
b Rajaduras	102	15.81	6.33	0.017
c Deformidades	102	15.81	6.33	0.017
d Daño enfermedades	74	11.47	4.59	0.012
e Daño polilla	43	6.67	2.67	0.007
f Sucia	37	5.74	2.29	0.006
g Brotes	82	12.71	5.09	0.014
h Verdeo	38	5.89	2.36	0.006
i No fresca	34	5.27	2.11	0.006
j Partida	5	0.78	0.31	0.001
k Olor extraño	2	0.31	0.12	0.000
l Mezcla variedades	2	0.31	0.12	0.000
Sumatoria	645	100.00	40.00	0.11
Cantidad de producto muestreado que resultó con mayor frecuencia de daños.				
Proporción de producto muestreado que resultó con mayor frecuencia de daños.				
	0,0140	0,0140	0,0139	0,0142

Fuente: Mayorga, Y (6)

Para el tomate la pérdida total fue de 39,53 kg/TM. Las causas de pérdida poscosecha fueron: suciedad, deformidades, defectos epidérmicos, magulladuras, color no uniforme, mala consistencia y daño mecánico se refieren a daño que puede detectarse en la inspección del andén, es decir, a la entrada del producto a la Planta. Sin embargo, el daño mecánico, la mala consistencia y las magulladuras pueden detectarse durante la operación de empaque (6).

Las causas de pérdidas post-cosecha para la tomate, se resumen a continuación, ordenadas de mayor a menor porcentaje.

Cuadro 2. Porcentajes de desecho por defecto a partir del desecho total del Tomate.

	Daño	Cantidad de dañados	Porcentaje de la cantidad de producto dañado muestreado	Producto dañado en kg/100 del total de producto de desecho	Producto dañado en kg/100 del total de producto Ingresado
a	Sucio	56	18.06	4.66	0.0321
b	Deformidades	46	14.84	3.82	0.0264
c	Defecto epidérmico	46	14.84	3.82	0.0264
d	Color NO uniforme	45	14.52	3.74	0.0258
e	Magulladuras	45	14.52	3.74	0.0258
f	Mala consistencia	36	11.61	2.99	0.0207
g	Daño mecánico	21	6.77	1.75	0.0121
h	Hongos	7	2.26	0.58	0.0040
i	Materia extraña adherida	4	1.29	0.33	0.0023
j	Pudrición	2	0.65	0.17	0.0011
k	Daño por insectos	2	0.65	0.17	0.0011
l	Sumatoria	310	100.00	25.77	0.18
	Cantidad de producto muestreado que resultó con mayor frecuencia de daños.				
	Proporción de producto muestreado que resultó con mayor frecuencia de daños.	0,0484	0,0484	0,0483	0,0481

Fuente: Mayorga, Y (6)

2.1.2 Evaluación dentro del proceso de control de calidad

Conforme un proceso productivo se lleva a cabo, existe siempre la posibilidad de encontrar puntos críticos de control los cuales deben ser atendidos con el mayor de los cuidados por medio de una evaluación del proceso.

Una evaluación formal de la calidad es un punto de partida para el entendimiento de la dimensión del problema de calidad y las áreas que demandan atención (5).

La evaluación de la calidad en cualquier proceso, conlleva una continua revisión del estado de la calidad en una empresa. Esta comprende las siguientes etapas:

- 1) Costo de baja calidad.
- 2) Posición en el mercado.
- 3) Cultura de la calidad en la organización.
- 4) Operación del sistema de calidad de la empresa (4).

Dentro del proceso de evaluación de la calidad la empresa incurre en una serie de costos los cuales se han denominado como costos de evaluación, los cuales comprenden de las tres siguiente etapas que son: inspección y prueba de recibo, inspección y prueba de procesos finalmente evaluación del inventario.

La inspección y prueba de recibo es el proceso que se da cuando a la planta ingresan los camiones con el producto, se procede a descargar y pesar el mismo para que finalmente el inspector califique y acepte o rechace el lote de acuerdo a los requerimientos de calidad establecidos previamente. La inspección y prueba en proceso se da cuando se procede a evaluar por parte del inspector de calidad el lote ya ingresado como aceptado, pero de una forma más concienzuda.

La evaluación del inventario final es cuando los productos almacenados conforme el tiempo transcurre sufren alteración fisiológica que generan desperdicio, el cual es la razón que permite cuantificar el rendimiento en planta.

Los objetivos de la evaluación están relacionados con los costos de calidad ya que:

- 1) Al establecer una tasa permite conocer la dimensión del problema en términos económicos y ayudan a mejorar la comunicación entre la administración, revelando así otras áreas del problema ocultas.
- 2) Identificar oportunidades ocultas de reducir costos.
- 3) Identificar la falta de satisfacción del cliente y las amenazas asociadas (4).

2.2 La estadística dentro del control de la calidad

La evaluación de los productos se realiza de manera más clara utilizando una herramienta estadística denominada muestreo. Es de gran utilidad en el control de calidad ya que permite tomar decisiones sobre la cantidad y calidad de insumos que ingresan a una empresa (3).

El proceso de muestreo, ayuda a la toma de información sólo de una parte de los elementos de la población estadística (7).

El muestreo se compone de un conjunto de varios elementos a los cuales se les toma la información dentro del proceso utilizando para el logro de estos objetivos. Una muestra la cual tiene un número de elementos que la componen se conoce como tamaño de la muestra que se espera representativa del fenómeno.

Como elemento del control, posterior al muestreo se utilizan las cartas de control en los procesos de análisis y control de producción, como elemento gráfico simple para detectar modelos no naturales de producción en los datos resultante de procesos repetitivos. Da un criterio para detectar deficiencias en el control estadístico (2).

En la actualidad en el control de calidad se utilizan varios tipos de muestreos los cuales dependen de sí la población estadística es finita o infinita, materia sobre la que existe amplia literatura sobre el tema, pero para efectos prácticos sólo se considerará el muestreo en poblaciones finitas.

Gracias a que las poblaciones a estudiar son finitas el investigador utiliza la muestra para la toma de información, pero lo más importante será que dicha muestra sea representativa (9).

2.2.1 Análisis de datos

La estadística al ser la ciencia que recopila, agrupa y trata sobre fenómenos naturales o sociales, hace uso del análisis de datos recopilados para conocer el comportamiento de las variables en cuestión en un tiempo determinado. El análisis de poblaciones hace uso de herramientas estadísticas como lo son la distribución normal, distribución binomial y distribución Poisson entre otras.

Las técnicas de análisis estadísticos ofrecen resultados objetivos y con probabilidades totalmente determinadas para que el investigador haga recomendaciones que le den la seguridad que él necesita, conociendo exactamente el riesgo que correrá el usuario de los resultados del proyecto (E1) ¹

2.2.1.1 Distribución no paramétrica en el muestreo estadístico

Una alternativa del análisis de poblaciones cuando no se está seguro de la distribución de las observaciones llamada estadística de distribución libre o estadística no paramétrica que ofrece soluciones alternativas igualmente verosímiles.

¹ Nota: las referencias que se han obtenido de INTERNET se indican antecediéndolas con la letra E (de electrónicos) y se presenta la sección referida como un anexo a la bibliografía. Esto por la volatilidad de la información en ese medio.

Una característica importante es que la distribución de datos se correspondiese con el orden estadístico. Esto es, con el número que tiene una variable en un conjunto de datos ordenados ascendentemente. En la estadística no paramétrica, también llamada distribución libre, la distribución ordenada de los datos es fundamental. (E1).

La distribución de densidad o probabilidad específica para cada conjunto de datos se obtiene dividiendo cada valor ordinal entre n :

$$P(x_i) = \frac{1}{n}$$

Fuente: Pontigo, M.

El método debe entenderse como Estadística de distribución libre, en las cuales la distribución de orden estadístico asociado a la magnitud de los datos proporciona las bases para el desarrollo de esta importante y poco utilizada parte del análisis estadístico de poblaciones (E1).

2.2.1.2 La prueba de Wilcoxon o prueba de signo

Una aplicación de esta prueba es cuando un mismo lote es calificado por uno o más individuos, Al final se valora si existe o no, consistencia entre las calificaciones. Es una prueba bastante eficiente sobre todo en poblaciones de distribución discreta.

La alternativa para distribuciones libres o de Wilcoxon, es una prueba que consiste en ordenar el conjunto de datos por su diferencia relativa. Esta prueba considera además, la magnitud de la diferencia, entre mayor sea, mayor será el orden estadístico que entra en comparación, esto implica que en experimentos en los que participa el humano que tiende a responder tanto por la estimulación de los sentidos como por la experiencia, que además de la diferencia de elección se considera la posición (E1).

En la planta de la empresa Fruta Internacional S. A, se hizo uso de esta prueba con el objetivo de poder valorar la consistencia entre las calificaciones tanto de entrada como la de producción para cada uno de los cinco productos ingresados durante el período.

2.2.1.3 La Correlación.

La correlación múltiple es una herramienta de análisis que permite medir la concomitancia entre dos variables de naturaleza aleatorias. Esta definida por la ecuación:

$$\rho = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{n-1}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}$$

Ecuación 1. Correlación

En donde:, El cociente de la coovarianza dividida por las desviaciones estándar de las varianzas. Un indicador que corre de -1 cuando una variable disminuye mientras la otra aumenta hasta +1 cuando una variable aumenta mientras la otra también lo hace y 0 cuando no hay relación entre las variables (E2).

Se utiliza la correlación con el objetivo de poder visualizar si existe o no alguna relación entre las notas de entrada y producción con los kg totales de desperdicio generado.

2.2.1.4 Distribución Poisson

Es una distribución de variable discreta que puede ser utilizada como aproximación a la distribución binomial. Es muy útil cuando se tienen muestras muy grandes y probabilidades de éxito muy pequeñas (E3).

En el control estadístico de la calidad se ha de usar la distribución tipo Poisson para el control de los defectos.

En muchos planes de *Control de la Calidad* o de *Control de Proceso* se utiliza la distribución *Poisson*. En estos, los eventos que no alcanzan la norma de calidad suelen medirse como fallas por unidad de tiempo.

Al suponer que cualquier proceso es continuo y como el revisar la fallas presentadas en una línea de producción es caro para cualquier empresa se establecen planes de muestreo de *Control de la Calidad* o *De Control de Proceso*.

Por su naturaleza, una falla de calidad es un evento raro, por tanto, entra dentro de la competencia de la distribución *Poisson*.

Cuando la media y la varianza de una distribución de datos o cuando el evento es raro, el proceso de fallas puede aproximarse mediante la distribución *Poisson*.

El ingeniero Araya diseño, como parte de su trabajo de graduación cartas de control del proceso para cada uno de los productos que establece los límites de máximo rechazo por lote ingresado a planta (2).

3 METODOLOGÍA Y MATERIALES

3.1 Metodología de operación.

En aras de la simplicidad, se determinó que el inspector del andén calificara de 1 a 5, siendo 5 el valor más alto, en la calidad global del lote que recibía. El encargado de la producción, agregaría una nota en los mismos términos valorando la calidad del producto procesado.

Se dio seguimiento al método de muestreo de inspección propuesto por el ingeniero Araya tratándolo de ligar con el proceso mediante la calificación del inspector en el andén, la calificación del encargado de la producción y el desperdicio del lote medido en kilogramos.

Estos reportes se recogían y se incorporaban a una copia magnética del archivo “control de calidad_ *nombre* del producto”, del archivo de recopilación generado por Araya. Sobre esta copia modificada se realizó el análisis (1).

3.2 Materiales

Se exploran los siguientes productos: cebolla, chile dulce, papa tomate y zanahoria, utilizando toda la información desde el 23 de febrero hasta el 26 de abril del presente. Las Hojas electrónicas se presentan en el Anexo 1 al 5.

3.3 Método de análisis

Para valorar la consistencia de la calificación de entrada y producción realizada a cada producto, se utilizó la Prueba de Rango o Signo de Wilcoxon (E10).

Posteriormente se valoró la relación entre las calificaciones y el desperdicio mediante una correlación múltiple (E11).

Finalmente se hizo uso de la distribución Poisson para aproximar el volumen de desperdicio.

$$P(x) = \frac{(\lambda)^x}{x!} e^{-\lambda}$$

Ecuación 2. Distribución de Poisson

Fuente: Jurán, J (7).

Dicha prueba se realizó con un número de eventos libremente hasta que la densidad sume la unidad (E11)

En todas las pruebas se utilizó un nivel de confianza del 95%.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Cebolla

Comparación de las calificaciones. La prueba indicó que el inspector en andén valora el producto con una nota más alta que el encargado de la producción con una probabilidad más que altamente significativa (ANEXO 2-1).

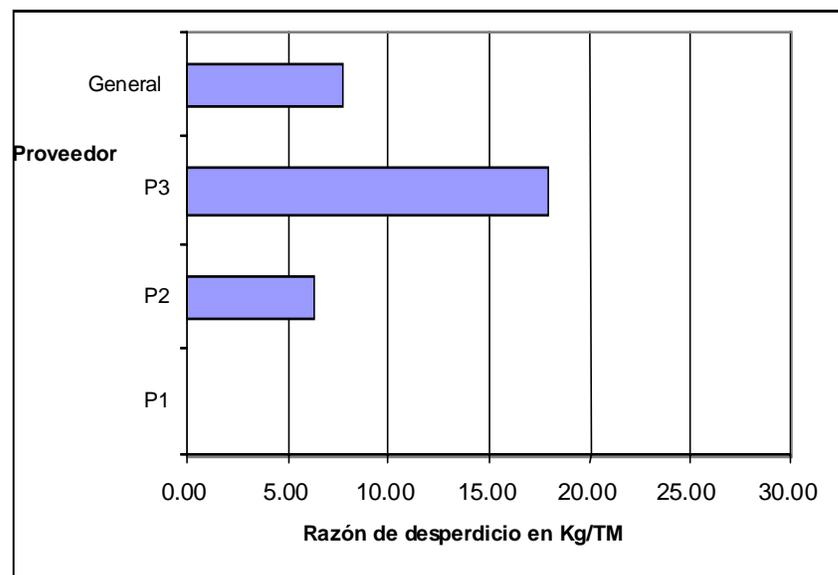
Correlación. Las variables no presentaron relación estadística de consideración. (ANEXO 2-2).

Proveedores. La información con respecto a los proveedores de cebolla se muestra en el cuadro 3 y resume en el figura 2 en donde se puede apreciar que el productor que entregó más calidad fue el denominado P1, y el peor el P3 (ANEXO 2-1)

Cuadro 3. Proveedores de cebolla estimación a 10Kg/ producto

Proveedor	Kilogramos de producto		Desperdicio	
	Entregado	Desperdicio	Razón	Kg / TM.
P1	2 458.15	0.00	0.000	0.000
P2	2 774.04	17.34	0.006	6.251
P3	2 160.08	38.54	0.018	17.842
General	7 392.27	55.88	0.008	7.559

Figura 2. Calidad por proveedor para cebolla



4.2 Chile Dulce

Comparación de las calificaciones. Prueba indico que el inspector en andén valora el producto con una nota más alta que el encargado de la producción con una probabilidad más que altamente significativa (ANEXO 3-1).

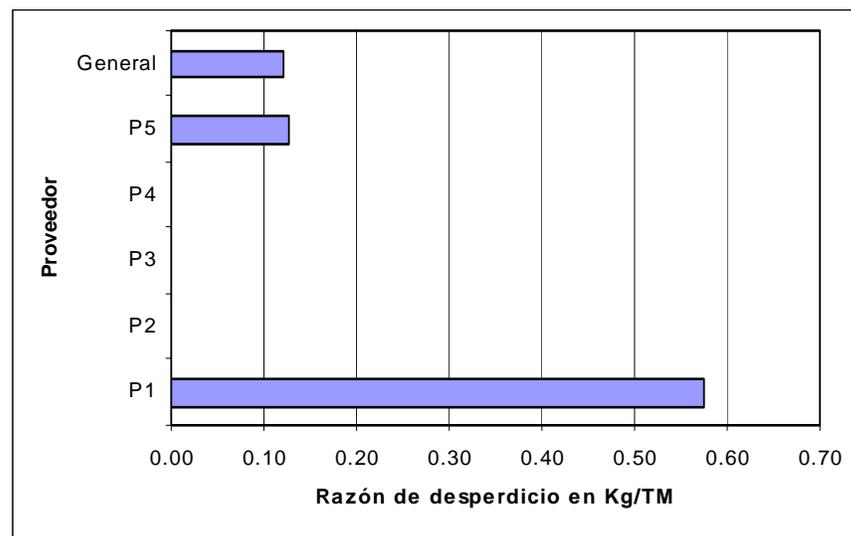
Correlación. Las variables no presentaron relación estadística de consideración. (ANEXO 3-2).

Proveedores. La información con respecto a los proveedores de chile dulce se muestra en el cuadro 4 y resume en el figura 3 en donde se puede apreciar que los productores fueron los que entregaron más calidad fueron los denominados P2, P3 y P4, y el peor el P1 (ANEXO 3-1).

Cuadro 4. Proveedores de chile dulce estimación a 10Kg/ producto

Proveedor	Kilogramos de producto		Desperdicio	
	Entregado	Desperdicio	Razón	Kg / TM.
P1	1 645.00	0.95	0.001	0.574
P2	4 550.00	0.00	0.000	0.000
P3	1 890.00	0.00	0.000	0.000
P4	245.00	0.00	0.000	0.000
P5	9 637.00	1.22	0.000	0.126
General	17 967.00	2.16	0.000	0.120

Figura 3. Calidad por proveedor para chile dulce



4.3.Papa

Comparación de las calificaciones. La prueba de Wilcoxon indicó que el inspector del andén valora el producto con una nota más baja que el encargado de la producción con una probabilidad más que altamente significativa (ANEXO 4-1).

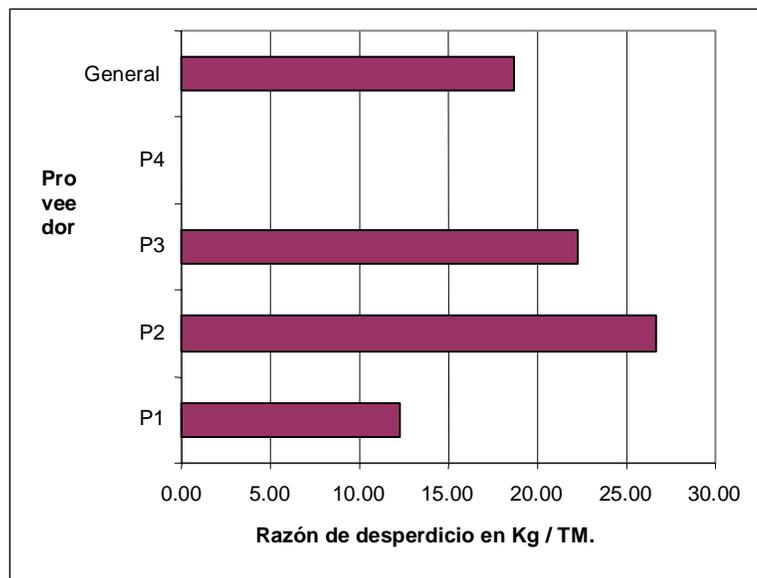
Correlación. Las variables no presentaron relación estadística de consideración. (ANEXO 4-2).

Proveedores. La información con respecto a los proveedores de papa se muestra en el cuadro 5 y resume en el figura 4 en donde se puede apreciar que el productor que entregó más calidad fue el denominado P1, y el peor el P2 (ANEXO 4-1).

Cuadro 5. Relación desecho en papa por cada 10Kg/ producto

Proveedor	Kilogramos de producto		Desperdicio	
	Entregado	Desperdicio	Razón	Kg / TM.
P1	3 858.97	47.52	0.012	12.315
P2	4 226.68	112.63	0.027	26.647
P3	9 321.62	207.16	0.022	22.224
P4	2 198.70	0.00	0.000	0.000
General	19 605.97	367.31	0.019	18.735

Figura 4. Calidad por proveedor para papa



4.4 Tomate

Comparación de las calificaciones. Prueba indico que el inspector en andén valora el producto con una nota más alta que el encargado de la producción con una probabilidad altamente significativa (ANEXO 5-1).

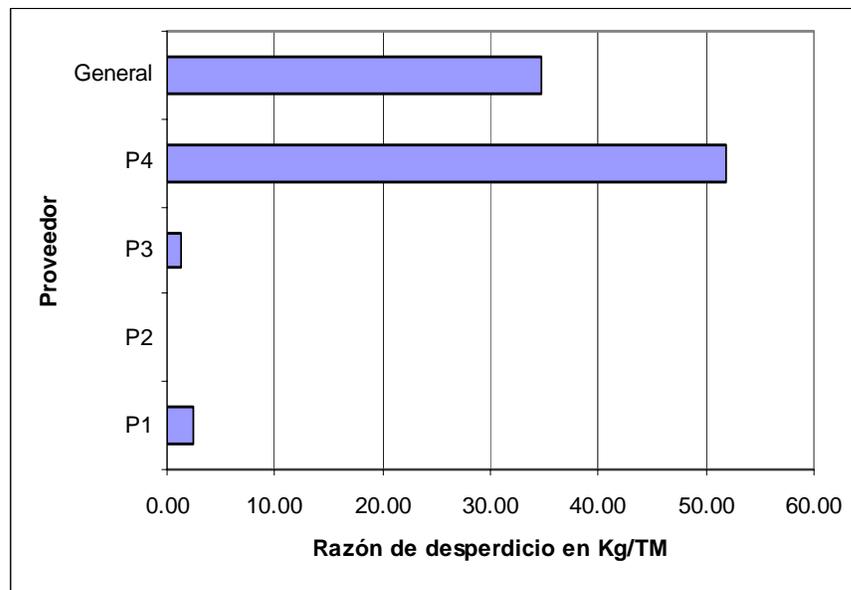
Correlación. En el la caso del tomate las variables sí presentaron relación estadística de consideración. Ello indica que si hay consistencia entre la nota de entrada y la de salida con el producto de desecho. (ANEXO 5-2).

Proveedores. La información con respecto a los proveedores de tomate se muestra en el cuadro 6 y resume en el figura 5 en donde se puede apreciar que el productor que entregó más calidad fue el denominado P2, y el. P4. (ANEXO 5-1).

Cuadro 6. Relación desecho en tomate por cada 10Kg/ producto

Proveedor	Kilogramos de producto		Desperdicio	
	Entregado	Desperdicio	Razón	Kg / TM.
P1	1 356.60	3.25	0.002	2.396
P2	931.85	0.00	0.000	0.000
P3	1 461.00	2.00	0.001	1.369
P4	7 274.90	377.51	0.052	51.892
General	11 024.35	382.76	0.035	34.720

Figura 5. Calidad por proveedor para tomate



4.5 Zanahoria

Comparación de las calificaciones. Prueba indico que el inspector en andén valora el producto con una nota más alta que el encargado de la producción con una probabilidad altamente significativa (ANEXO 6-1).

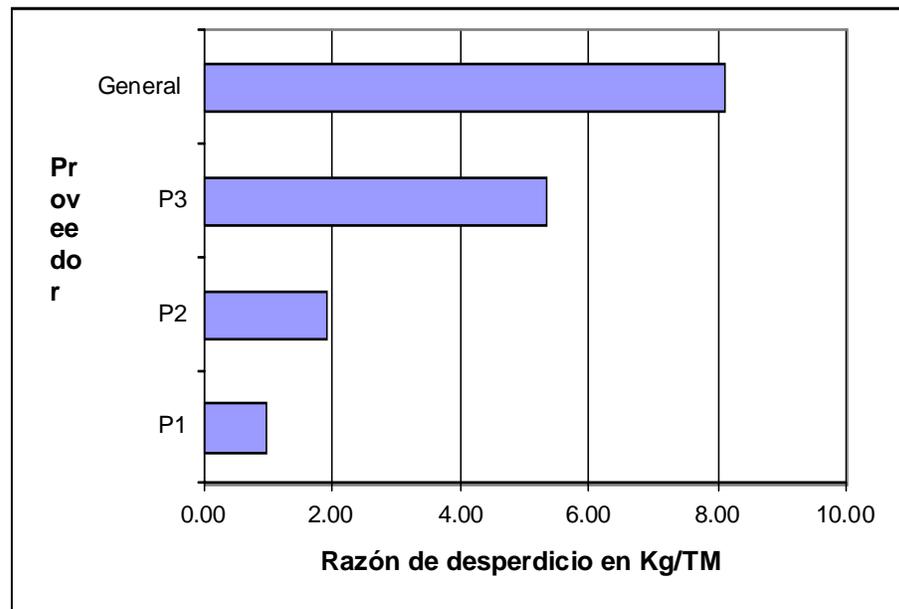
Correlación. Las variables no presentaron relación estadística de consideración. (ANEXO 6-2).

Proveedores. La información con respecto a los proveedores de zanahoria se muestra en el cuadro 7 y resume en la figura 6 en donde se puede apreciar que el productor que entregó más calidad fue el denominado P1, y el peor el P3. (ANEXO 6-1).

Cuadro 7. Relación desecho en zanahoria por cada 10Kg/ producto

Proveedor	Kilogramos de producto		Desperdicio	
	Entregado	Desperdicio	Razón	Kg / TM.
P1	3 738.85	3.45	0.001	0.923
P2	2 139.40	4.00	0.002	1.870
P3	2 076.40	11.00	0.005	5.298
General	7 954.65	18.45	0.008	8.090

Figura 6. Calidad por proveedor para zanahoria



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ◆ El método de muestreo es adecuado al sistema de calidad , cumple con el objetivo de asistir en el sistema de recibo en la decisión de aceptar productos para el proceso y facilitar, mediante los medios computarizados que se implementó, el análisis de los lotes y proveedores por productos.
- ◆ Los parámetros estadísticos de calificación en el andén son significativamente mayores en casi todos los productos, excepto en la papa donde califica más bajo.
- ◆ En términos generales, el desperdicio es bajo, oscilo entre 0,12 Kg/TM para chile dulce y 34,72 para el tomate. Evidencias anteriores (6) demuestran que. para el inspector en el andén, por ejemplo, un tomate verde, una zanahoria grande, un chile pinton no parece ser motivo de rechazo siempre que se vea sano.
- ◆ Con la información obtenida a partir de las distribuciones comparativas usando la prueba de Poisson es posible indicar a la empresa cuales de sus proveedores generan problemas de calidad. El metodo demostro que en cebolla hay un proveedor con 17,8 Kg/TM, en chile dulce un proveedor con 0,57 Kg/TM, en papa dos proveedores con 22,2 y 26,6 Kg/TM respectivamente, en tomate un proveedor con 51,9 Kg/TM y finalmente en zanahoria un proveedor con 5,3Kg/TM.
- ◆ No existe correlación entre la calificación de calidad del producto en andén y que posteriormente ingreso al proceso con la cantidad de rechazo presentado por lote. La única que tuvo una probabilidad estadísticamente significativa, fue la presentada en el tomate.

5.2 Recomendaciones

- ◆ Debe aplicarse el muestreo de andén de forma concienzuda con el fin de fortalecer la consistencia con el muestreo en producción para cada uno de los productos de la Empresa.
- ◆ Es necesario que el personal de producción de soporte al de andén en los criterios de calidad aplicados para cada producto.
- ◆ La empresa debe mantener mejores canales de comunicación con los proveedores que presentan mayor pérdida
- ◆ El método de Araya puede ampliarse al uso en producto a granel siempre que se mantenga el concepto de conglomerados, aglomerados o empacados. Para un camión con producto a granel se recomienda usar la siguiente distribución espacial de aglomerados:

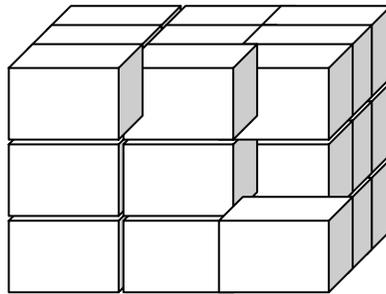


Figura 7 Marco de muestreo para productos a granel en camión, furgón o contenedor.

- ◆ Continuar el estudio dando seguimiento al producto en el estante.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña A, J. 1996. Control de calidad: un enfoque integral y estadístico. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
2. Araya F. 2006. Diseño de un sistema estadístico de control de la calidad en el recibo de materia prima en la empresa Fruta Internacional S.A. Informe de práctica de especialidad ITCR .
3. Cochram, W.G. 1974. Técnicas de muestreo. Editorial LIMUSA. México, D.F
4. Hansen, B. 1990. Control de calidad: Teoría y aplicaciones. Madrid. 549
5. Jurán, J.M. y Gryna, F.M. 1995. Análisis y planeación de la calidad. Tercera edición. McGraw-Hill. México.
6. Mayorga, Y. 2006. Determinación de las causas de pérdida post-cosecha de la papa y el tomate en la planta empacadora de la empresa Fruta Internacional, S.A. Informe de práctica de especialidad ITCR .
7. Ostle, B. 1977. Estadística aplicada. Editorial LIMUSA. México, D.F.
8. Pérez, López, C.1995. Técnicas de muestreo estadístico. Grupo Editorial Iberoamericana,México D.F
9. Scheaffer, R.L. 1987. Elementos de muestreo. Grupo editorial Iberoamérica. México, D.F.

Referencias de la Red Internacional de Computadoras (INTERNET por las siglas en inglés) *.

E1. Pontigo, M. 2004. Estadística Descriptiva No Paramétrica.

[www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ ApuntesdeEstadísticaDescriptiva](http://www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ApuntesdeEstadísticaDescriptiva).

“Muchas veces, las distribuciones de datos en experimentos planificados, en estudios de exploración mediante muestreos y otros tipos de datos no presentan una distribución que pueda aproximarse mediante distribuciones de densidad,... HACER INFERENCIAS MEDIANTE DISTRIBUCIONES TÍPICAS ES POCO CONFIABLE. La salida para el experimentador es utilizar la DISTRIBUCIÓN LIBRE”

E2. Pontigo, M. 2005. Regresión Lineal y Correlación.

[www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ ApuntesdeEstadísticaDescriptiva](http://www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ApuntesdeEstadísticaDescriptiva).

“Para poder ofrecer conclusiones mediante análisis de correlación, es insoslayable que las variables sean de naturaleza aleatoria,... ambos coeficientes, el de correlación y el de regresión están íntimamente relacionados, pero su uso es diferente,... la correlación mide la relación concomitante entre dos variables aleatorias. El cociente de la covarianza dividida por las desviaciones estándar de las varianzas. Un indicador que corre de -1 cuando una variable disminuye mientras la otra aumenta hasta $+1$ cuando una variable aumenta mientras la otra también lo hace y 0 cuando no hay relación entre las variables”.

E3. Pontigo, M. 2005. Distribución Poisson.

[www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ ApuntesdeEstadísticaDescriptiva](http://www.itcr.ac.cr/Escuelas/IngenieríaAgropecuariaAdministrativa/ApuntesdeEstadísticaDescriptiva)

“En muchas aplicaciones se estudian eventos que ocurren con poca frecuencia de manera que n tiene que ser muy grande para encontrar unas pocas observaciones con el atributo que se estudia, son poblaciones en que el promedio np es menor a 15 debido a que se consideran gran cantidad de observaciones, o la proporción p es muy baja,... Para estos casos una aproximación diferente fue propuesta por S.D. Poisson (París, 1837).

Situaciones como: la ocurrencia de imperfecciones en un rollo de casimir, la medición de la radiación de un contador Geiger, el número de artículos defectuosos de una línea de producción, las entradas de correos electrónicos en un computador servidor.

El modelo matemático que aproxima la distribución de estos datos es la *Distribución Poisson*".

Anexos

Anexo 1 Hoja de Calificación por lote

FRUTA INTERNACIONAL, S. A.

HOJA DE CALIFICACIÓN POR LOTE

Número de lote: _____ Fecha _____

Producto _____ Proveedor _____

Entrada

Nombre: _____

Excelente	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Nota

Empaque en planta.

Nombre: _____

Excelente	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Nota

Anexo 2 Datos recopilados en los muestreos para cebolla

Proveedor	tamaño del lote	kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota Producción
A	1.15	0	4	4
A	0.3	0	5	5
A	57.2	0	5	4
A	150.5	0	5	4
A	175	0	5	4
A	300	0	4	3
A	50	0	4	4
A	100	0	4	4
A	75	0	4	4
A	50	0	4	4
A	90	0	4	4
A	300	0	4	4
A	175	0	4	4
A	175	0	3	4
A	151	0	4	4
A	172	0	4	4
A	207	0	4	4
A	229	0	4	4
B	5	0	5	4
B	11	0	5	4
B	30	0	5	4
B	212	0	4	4
B	210	0	4	4
B	20.45	0	4	3
B	75.02	0	4	3
B	50.04	0	4	4
B	60.19	4.3	4	4
B	150	3.86	4	4
B	4.02	0	4	4
B	202.82	9.18	4	3
B	217	0	5	4
B	96.5	0	4	3
B	127	0	5	5
B	175	0	4	4
B	130	0	4	4
B	300	0	4	4
B	85	0	4	4
B	161	0	4	3
B	161	0	4	4
B	165	0	4	3
B	126	0	4	3

Proveedor	tamaño del lote	kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota Producción
C	206	0	5	4
C	159	0	5	4
C	9.32	0	4	4
C	2.54	3.84	4	4
C	120.81	14.43	5	4
C	69.72	2.94	5	4
C	12.91	2.5	5	4
C	303	0	4	4
C	70.78	10.96	5	4
C	22.5	3.87	5	4
C	204	0	4	3
C	175	0	4	4
C	175	0	4	4
C	40	0	4	4
C	250	0	4	4
C	164.5	0	4	4
C	114.5	0	4	3
C	30.5	0	4	4
C	10	0	4	4
C	20	0	3	3

ANEXO 2. Prueba de Wilcoxon en cebolla.

Nota de Entrada	Nota Producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
3	4	-1	1	1	19.5		19.5
4	4	0	0	2	19.5		
4	4	0	0	3	19.5		
4	4	0	0	4	19.5		
4	4	0	0	5	19.5		
4	4	0	0	6	19.5		
4	4	0	0	7	19.5		
4	4	0	0	8	19.5		
4	4	0	0	9	19.5		
4	4	0	0	10	19.5		
5	5	0	0	11	19.5		
4	4	0	0	12	19.5		
5	5	0	0	13	19.5		
4	4	0	0	14	19.5		
4	4	0	0	15	19.5		
4	4	0	0	16	19.5		
4	4	0	0	17	19.5		
4	4	0	0	18	19.5		
4	4	0	0	19	19.5		
4	4	0	0	20	19.5		
4	4	0	0	21	19.5		
4	4	0	0	22	19.5		
4	4	0	0	23	19.5		
4	4	0	0	24	19.5		
4	4	0	0	25	19.5		
4	4	0	0	26	19.5		
4	4	0	0	27	19.5		
4	4	0	0	28	19.5		
4	4	0	0	29	19.5		
4	4	0	0	30	19.5		
4	4	0	0	31	19.5		
4	4	0	0	32	19.5		
4	4	0	0	33	19.5		
4	4	0	0	34	19.5		
4	4	0	0	35	19.5		
4	4	0	0	36	19.5		
3	3	0	0	37	19.5		
5	4	1	1	38	19.5	19.5	
5	4	1	1	39	19.5	19.5	
5	4	1	1	40	19.5	19.5	
5	4	1	1	41	19.5	19.5	
5	4	1	1	42	19.5	19.5	
4	3	1	1	43	19.5	19.5	
4	3	1	1	44	19.5	19.5	

Nota de Entrada	Nota Producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
4	3	1	1	45	19.5	19.5	
5	4	1	1	46	19.5	19.5	
5	4	1	1	47	19.5	19.5	
5	4	1	1	48	19.5	19.5	
5	4	1	1	49	19.5	19.5	
5	4	1	1	50	19.5	19.5	
5	4	1	1	51	19.5	19.5	
5	4	1	1	52	19.5	19.5	
5	4	1	1	53	19.5	19.5	
4	3	1	1	54	19.5	19.5	
4	3	1	1	55	19.5	19.5	
5	4	1	1	56	19.5	19.5	
4	3	1	1	57	19.5	19.5	
4	3	1	1	58	19.5	19.5	
4	3	1	1	59	19.5	19.5	
4	3	1	1	60	19.5	19.5	
4	3	1	1	61	19.5	19.5	
Prueba:					Suma	468	19.5
					Promedio	945.5	
					Varianza	19382.8	
					D. Estándar	139.222	
					valor de z		-6.65125
					Probabilidad de z		1.46E-11

ANEXO 2. Correlacion en cebolla.			
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1		
Nota de entrada	-0.126850822	1	
Nota de produccion	0.177418759	0.4226	1
Coefficiente de correlación.			
No Observaciones	61		
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1		
Nota de entrada	0.329834701	1	
Nota de produccion	0.1711738	0.000678736	1

Anexo 3 Datos recopilados en los muestreos para chile dulce

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desechno	Nota entrada	Nota producción
A	300	0	4	5
A	280	0	4	5
A	20	0	3	4
A	265	0	3	4
A	20	0	3	4
A	210	0	3	4
A	30	0	4	4
A	520	0.945	4	4
B	200	0	4	4
B	170	0	4	4
B	100	0	4	4
B	150	0	4	4
B	150	0	4	4
B	240	0	4	4
B	130	0	4	4
B	760	0	4	4
B	730	0	4	4
B	120	0	4	4
B	600	0	3	3
B	1200	0	5	5
C	15	0	4	4
C	60	0	4	4
C	90	0	4	4
C	80	0	4	4
C	25	0	4	4
C	150	0	4	4
C	1470	0	4	4
D	80	0	4	4
D	15	0	4	4
D	150	0	4	4
E	600	0	4	4
E	120	0	4	4
E	40	0	4	4
E	365	0	4	4
E	1610	0	4	4
E	50	0	3	3
E	30	0	4	4
E	29	0	4	4
E	60	0	4	3
E	200	0	4	3
E	600	0	4	3

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desecho	Nota entrada	Nota producción
E	35	0	4	3
E	600	0	4	3
E	1190	0	4	3
E	373	0	4	3
E	480	0	4	3
E	1050	0	4	3
E	250	0	4	3
E	15	0	4	3
E	360	0	5	4
E	980	0	4	3
E	600	1.215	4	3

ANEXO 3. Prueba de Wilcoxon en chile dulce.

Nota entrada	Nota produccion	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
4	5	-1	1	1	3.5		3.5
4	5	-1	1	2	3.5		3.5
3	4	-1	1	3	3.5		3.5
3	4	-1	1	4	3.5		3.5
3	4	-1	1	5	3.5		3.5
3	4	-1	1	6	3.5		3.5
4	4	0	0	7	3.5		
4	4	0	0	8	3.5		
4	4	0	0	9	3.5		
4	4	0	0	10	3.5		
4	4	0	0	11	3.5		
4	4	0	0	12	3.5		
4	4	0	0	13	3.5		
4	4	0	0	14	3.5		
4	4	0	0	15	3.5		
4	4	0	0	16	3.5		
4	4	0	0	17	3.5		
4	4	0	0	18	3.5		
3	3	0	0	19	3.5		
5	5	0	0	20	3.5		
4	4	0	0	21	3.5		
4	4	0	0	22	3.5		
4	4	0	0	23	3.5		
4	4	0	0	24	3.5		
4	4	0	0	25	3.5		
4	4	0	0	26	3.5		
4	4	0	0	27	3.5		
4	4	0	0	28	3.5		
4	4	0	0	29	3.5		
4	4	0	0	30	3.5		
4	4	0	0	31	3.5		
4	4	0	0	32	3.5		
4	4	0	0	33	3.5		
4	4	0	0	34	3.5		
4	4	0	0	35	3.5		
3	3	0	0	36	3.5		
4	4	0	0	37	3.5		
4	4	0	0	38	3.5		
4	3	1	1	39	3.5	3.5	
4	3	1	1	40	3.5	3.5	
4	3	1	1	41	3.5	3.5	
4	3	1	1	42	3.5	3.5	

Nota entrada	Nota produccion	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
4	3	1	1	43	3.5	3.5	
4	3	1	1	44	3.5	3.5	
4	3	1	1	45	3.5	3.5	
4	3	1	1	46	3.5	3.5	
4	3	1	1	47	3.5	3.5	
4	3	1	1	48	3.5	3.5	
4	3	1	1	49	3.5	3.5	
5	4	1	1	50	3.5	3.5	
4	3	1	1	51	3.5	3.5	
4	3	1	1	52	3.5	3.5	
					Suma	49	21
					Promedio	689	
					Prueba: Varianza	12057.5	
					D. Estándar	109.807	
					valor de z		-6.08342
					Probabilidad de z		5.9E-10

ANEXO 3. Correlacion en chile dulce.			
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1		
Nota de entrada	-0.210425094	1	
Nota de produccion	0.111945997	0.19308593	1
Coefficiente de correlación.			
No Observaciones	52		
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1		
Nota de entrada	0.134065499	1	
Nota de produccion	0.42931419	0.175347955	1

Anexo 4 Datos recopilados en los muestreos para papa

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota de producción
A	288	21	3	3
A	535	0	4	4
A	73.45	5.3	3	3
A	51.7	0	3	3
A	45.55	0	3	3
A	116.81	0.19	3	3
A	21.52	0	3	3
A	312	16.19	3	3
A	197	0	3	3
A	197	0	3	3
A	148.74	4.84	3	3
A	38.2	0	4	4
A	184.5	0	4	4
A	184.5	0	4	4
A	184.5	0	4	4
A	216	0	3	3
A	260	0	3	3
A	260	0	4	4
A	40	0	4	4
A	50	0	3	3
A	200	0	4	4
A	60	0	3	3
A	50	0	3	3
A	144.5	0	3	3
A	200	0	4	3
A	250.5	0	4	3
A	156.6	0	3	5
A	9	0	3	5
A	409	0	3	5
A	409	0	3	5
A	361	0	3	5
A	100	0	4	2
A	86.6	0	5	3
A	217	0	5	3

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota de producción
B	225	21.5	4	4
B	30.08	0	4	4
B	196	0	4	4
B	151	4.07	4	4
B	22.9	2.58	4	4
B	226.5	0	4	4
B	62.77	0	3	3
B	72	0	4	4
B	303	0	4	4
B	264.4	30.08	4	4
B	300	0	4	4
B	300	0	4	4
B	164.5	0	4	4
B	89.5	0	4	4
B	159.5	0	4	4
B	31.49	0	4	4
B	100	0	4	4
B	100	0	4	4
B	50.54	0	4	4
B	22	0	4	4
B	300	0	3	3
B	175	0	3	3
B	300	0	4	4
B	100.5	0	4	4
B	30	0	4	4
B	150	0	3	3
C	252	0	5	4
C	79.24	0	4	3
C	79.24	0	4	3
C	511	0	4	5
C	13	0	3	4

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota de producción
C	149.55	0	3	4
C	75.5	0	3	4
C	40.96	0	3	4
C	304	0	3	4
C	44.18	0	3	4
C	190.92	0	3	4
C	10	0	3	4
C	411	0	3	4
C	103	0	4	3
C	111.61	0	4	3
C	64.01	0	3	4
C	210	0	3	4
C	82	0	3	4
C	252	0	3	4
C	206.5	0	3	4
C	60.58	0	4	3
C	252	0	4	3
C	406	0	3	4
C	242	0	3	4
C	72	0	3	4
C	166.5	0	3	4
C	144.71	0	3	4
C	488	0	4	3
C	207	0	4	3
C	296	0	3	4
C	40	0	4	5
C	467	0	4	3
C	467	0	4	3
C	316	0	4	3
C	100	0	4	3
C	20	0	4	3
C	400	0	3	4
C	60	0	4	3
C	400	0	4	3
C	207	0	4	3
C	192	0	4	3
C	306	0	3	4
C	10.64	0	4	3
C	515	0	4	3
C	40.48	0	4	3
C	256	12	3	4

ANEXO 4. Prueba de Wilcoxon en papa.

Nota de Entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
3	3	0	0	1	26		
4	4	0	0	2	26		
3	3	0	0	3	26		
3	3	0	0	4	26		
3	3	0	0	5	26		
3	3	0	0	6	26		
3	3	0	0	7	26		
3	3	0	0	8	26		
3	3	0	0	9	26		
3	3	0	0	10	26		
3	3	0	0	11	26		
4	4	0	0	12	26		
4	4	0	0	13	26		
4	4	0	0	14	26		
4	4	0	0	15	26		
3	3	0	0	16	26		
3	3	0	0	17	26		
4	4	0	0	18	26		
4	4	0	0	19	26		
3	3	0	0	20	26		
4	4	0	0	21	26		
3	3	0	0	22	26		
3	3	0	0	23	26		
3	3	0	0	24	26		
3	3	0	0	25	26		
4	4	0	0	26	26		
4	4	0	0	27	26		
4	4	0	0	28	26		
4	4	0	0	29	26		
4	4	0	0	30	26		
4	4	0	0	31	26		
3	3	0	0	32	26		
4	4	0	0	33	26		
4	4	0	0	34	26		
4	4	0	0	35	26		
4	4	0	0	36	26		
4	4	0	0	37	26		
4	4	0	0	38	26		
4	4	0	0	39	26		
4	4	0	0	40	26		
4	4	0	0	41	26		
4	4	0	0	42	26		
4	4	0	0	43	26		
4	4	0	0	44	26		
4	4	0	0	45	26		

Nota de Entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
3	3	0	0	46	26		
3	3	0	0	47	26		
4	4	0	0	48	26		
4	4	0	0	49	26		
4	4	0	0	50	26		
3	3	0	0	51	26		
5	4	1	1	52	26	26	
4	3	1	1	53	26	26	
4	3	1	1	54	26	26	
4	5	-1	1	55	26		26
3	4	-1	1	56	26		26
3	4	-1	1	57	26		26
3	4	-1	1	58	26		26
3	4	-1	1	59	26		26
3	4	-1	1	60	26		26
3	4	-1	1	61	26		26
3	4	-1	1	62	26		26
3	4	-1	1	63	26		26
3	4	-1	1	64	26		26
4	3	1	1	65	26	26	
4	3	1	1	66	26	26	
3	4	-1	1	67	26		26
3	4	-1	1	68	26		26
3	4	-1	1	69	26		26
3	4	-1	1	70	26		26
3	4	-1	1	71	26		26
4	3	1	1	72	26	26	
4	3	1	1	73	26	26	
3	4	-1	1	74	26		26
3	4	-1	1	75	26		26
3	4	-1	1	76	26		26
3	4	-1	1	77	26		26
3	4	-1	1	78	26		26
4	3	1	1	79	26	26	
4	3	1	1	80	26	26	
3	4	-1	1	81	26		26
4	5	-1	1	82	26		26
4	3	1	1	83	26	26	
4	3	1	1	84	26	26	
4	3	1	1	85	26	26	
4	3	1	1	86	26	26	
4	3	1	1	87	26	26	

Nota de Entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Positivos	Negativos
3	4	-1	1	88	26		26
4	3	1	1	89	26	26	
4	3	1	1	90	26	26	
4	3	1	1	91	26	26	
4	3	1	1	92	26	26	
3	4	-1	1	93	26		26
4	3	1	1	94	26	26	
4	3	1	1	95	26	26	
4	3	1	1	96	26	26	
3	4	-1	1	97	26		26
4	3	1	1	98	26	26	
4	3	1	1	99	26	26	
3	5	-2	2	100	26		26
3	5	-2	2	101	26		26
3	5	-2	2	102	26		26
3	5	-2	2	103	26		26
3	5	-2	2	104	26		26
4	2	2	2	105	26	26	
5	3	2	2	106	26	26	
5	3	2	2	107	26	26	
					Suma	676	780
					Promedio	2889	
					Prueba: Varianza	103522.5	
					D. Estándar	321.7	
					valor de z	-6.8780	
					Probabilidad	de $\neq 0.000$	

ANEXO 4. Correlacion en papa.			
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1.000		
Nota de entrada	-0.059	1.000	
Nota de produccion	0.003	-0.088	1.000
Coefficiente de correlación.			
No Observaciones	107		
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1.0000		
Nota de entrada	0.5485	1.0000	
Nota de produccion	0.9764	0.3680	1.0000

Anexo 5 Datos recopilados en los muestreos para tomate

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota de producción
A	228	0	3	3
A	56.6	3.25	4	4
A	212	0	3	3
A	198	0	4	4
A	253.5	0	4	4
A	301.5	0	4	4
A	107	0	5	5
B	208	0	4	4
B	253	0	4	4
B	187.85	0	4	4
B	158	0	4	4
B	100	0	4	4
B	25	0	4	4
C	212	0	4	4
C	210	2	4	4
C	159	0	4	4
C	40	0	4	4
C	80	0	4	4
C	150	0	4	4
C	250	0	4	4
C	360	0	3	3
D	197	0	4	4
D	156	5.61	4	4
D	10	0	3	3
D	180.5	0	3	3
D	206	0	4	4
D	103.63	0	4	4
D	57.59	20.95	4	4
D	206	0	4	4
D	57.59	20.95	4	4
D	199	0	3	2
D	355.5	19.05	5	4
D	103	0	5	4
D	154	0	4	3

Proveedor	tamaño del lote	Kg producto desecho	Nota de Entrada	Nota de producción
D	103	0	4	3
D	101	0	4	5
D	57.59	20.95	4	5
D	156	156	4	5
D	261.5	0	4	5
D	100	0	4	3
D	304	0	4	3
D	304	0	4	3
D	360	0	3	4
D	261	0	3	4
D	53	0	4	5
D	100	0	4	5
D	361	0	4	3
D	156	0	4	3
D	361	0	4	3
D	134	134	4	3
D	406	0	4	3
D	75	0	4	3
D	20	0	4	3
D	257	0	4	3
D	341	0	4	5
D	368	0	3	4
D	360	0	4	3
D	289	0	5	3

ANEXO 5. Prueba de Wilcoxon en Tomate.							
Nota de Entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Entrada	Producción
3	3	0	0	1	44		
4	4	0	0	2	44		
3	3	0	0	3	44		
4	4	0	0	4	44		
4	4	0	0	5	44		
4	4	0	0	6	44		
5	5	0	0	7	44		
4	4	0	0	8	44		
4	4	0	0	9	44		
4	4	0	0	10	44		
4	4	0	0	11	44		
4	4	0	0	12	44		
4	4	0	0	13	44		
4	4	0	0	14	44		
4	4	0	0	15	44		
4	4	0	0	16	44		
4	4	0	0	17	44		
4	4	0	0	18	44		
4	4	0	0	19	44		
4	4	0	0	20	44		
3	3	0	0	21	44		
4	4	0	0	22	44		
4	4	0	0	23	44		
3	3	0	0	24	44		
3	3	0	0	25	44		
4	4	0	0	26	44		
4	4	0	0	27	44		
4	4	0	0	28	44		
4	4	0	0	29	44		
4	4	0	0	30	44		
3	2	1	1	31	44	44	
5	4	1	1	32	44	44	
5	4	1	1	33	44	44	
4	3	1	1	34	44	44	
4	3	1	1	35	44	44	
4	5	-1	1	36	44		44
4	5	-1	1	37	44		44
4	5	-1	1	38	44		44
4	5	-1	1	39	44		44
4	3	1	1	40	44	44	
4	3	1	1	41	44	44	
4	3	1	1	42	44	44	
3	4	-1	1	43	44		44
3	4	-1	1	44	44		44

Nota de Entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Entrada	Producción	
4	5	-1	1	45	44		44	
4	5	-1	1	46	44		44	
4	3	1	1	47	44	44		
4	3	1	1	48	44	44		
4	3	1	1	49	44	44		
4	3	1	1	50	44	44		
4	3	1	1	51	44	44		
4	3	1	1	52	44	44		
4	3	1	1	53	44	44		
4	3	1	1	54	44	44		
4	5	-1	1	55	44		44	
3	4	-1	1	56	44		44	
4	3	1	1	57	44	44		
5	3	2	2	58	57.5	57.5		
Prueba:						Suma	805.5	440
						Promedio	855.5	
						Varianza	16682.3	
						D. Estándar	129.16	
						valor de z		-3.2169456
						Probabilidad de z		0.00065

ANEXO 5. Correlacion en Tomate.			
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1.0000		
Nota de entrada	0.0474	1.0000	
Nota de produccion	-0.0016	0.3054	1
Coefficiente de correlación.			
No Observaciones	58		
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1		
Nota de entrada	0.72367	1	
Nota de produccion	0.99067	0.01961	1

Anexo 6 Datos recopilados en los muestreos para zanahoria

Proveedor	tamaño del lote	kg producto desecho	Nota de entrada	Nota de producción
A	419	0	4	5
A	165	0	4	4
A	165	0	4	4
A	182	0	4	4
A	179	0	4	3
A	2.3	0	4	4
A	214	0	4	4
A	162	0	4	4
A	62	0	4	4
A	144	0	4	4
A	217	0	4	4
A	217	0	4	4
A	200	0	4	4
A	287	0	4	4
A	113	0	4	4
A	125	0	4	4
A	229	0	4	4
A	182	0	4	4
A	179	0	4	3
A	2.3	0	4	4
A	214	0	4	4
A	162	0	4	4
A	62	0	4	4
A	144	0	4	4
A	217	0	4	4
A	217	0	4	4
A	200	0	4	4
A	287	0	4	4
A	113	0	4	4
A	125	0	4	4
A	229	0	4	4
A	106.6	0	5	4
A	161	0	5	4
A	124	0	5	4
A	124	0	5	4
A	107	0.4	5	4
A	157.95	3.05	5	4
B	921	0	3	3
B	107	0	4	3
B	170	0	4	4
B	105	0	4	4
B	200	0	4	4
B	81	0	4	4

Proveedor	tamaño del lote	kg producto desecho	Nota de entrada	Nota de producción
B	170	0	4	4
B	105	0	4	4
B	200	0	4	4
B	81	0	4	4
B	100	0	5	4
B	200	0	5	4
B	75	0	5	4
B	100	0	5	4
B	200	0	5	4
B	75	0	5	4
B	89.1	1.8	3	3
B	91.3	2.2	4	3
C	2.5	0	3	5
C	101.5	0	3	4
C	101.5	0	3	4
C	150	0	3	3
C	212	0	3	3
C	101.5	0	3	4
C	101.5	0	3	4
C	150	0	3	3
C	212	0	3	3
C	115	0	4	3
C	37.4	0	4	3
C	122	0	4	3
C	149	0	4	5
C	91	0	4	4
C	2.5	0	4	4
C	105	0	4	3
C	106	0	4	3
C	96.5	0	4	4
C	149	0	4	4
C	150	0	4	4
C	100	0	4	4
C	150	0	4	4
C	91	0	4	4
C	2.5	0	4	4
C	105	0	4	3
C	106	0	4	3
C	96.5	0	4	4
C	149	0	4	4
C	150	0	4	4
C	100	0	4	4
C	150	0	4	4
C	133	3	4	4
C	133	3	4	4
C	2.5	8	4	4

ANEXO 6. Prueba de Wilcoxon en Zanahoria.

Nota de entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Entrada	Producción
4	4	0	0	1	16.5		
4	4	0	0	2	16.5		
3	3	0	0	3	16.5		
3	3	0	0	4	16.5		
4	4	0	0	5	16.5		
4	4	0	0	6	16.5		
4	4	0	0	7	16.5		
4	4	0	0	8	16.5		
4	4	0	0	9	16.5		
4	4	0	0	10	16.5		
4	4	0	0	11	16.5		
4	4	0	0	12	16.5		
4	4	0	0	13	16.5		
4	4	0	0	14	16.5		
4	4	0	0	15	16.5		
4	4	0	0	16	16.5		
4	4	0	0	17	16.5		
4	4	0	0	18	16.5		
4	4	0	0	19	16.5		
4	4	0	0	20	16.5		
4	4	0	0	21	16.5		
4	4	0	0	22	16.5		
4	4	0	0	23	16.5		
4	4	0	0	24	16.5		
4	4	0	0	25	16.5		
4	4	0	0	26	16.5		
4	4	0	0	27	16.5		
4	4	0	0	28	16.5		
4	4	0	0	29	16.5		
4	4	0	0	30	16.5		
3	3	0	0	31	16.5		
3	3	0	0	32	16.5		
4	5	-1	1	33	42.5		42.5
4	3	1	1	34	42.5	42.5	

Nota de entrada	Nota de producción	Rango	Absoluto	Número	rango medio	Entrada	Producción	
5	4	1	1	35	42.5	42.5		
5	4	1	1	36	42.5	42.5		
5	4	1	1	37	42.5	42.5		
5	4	1	1	38	42.5	42.5		
4	3	1	1	39	42.5	42.5		
4	3	1	1	40	42.5	42.5		
4	3	1	1	41	42.5	42.5		
4	3	1	1	42	42.5	42.5		
4	5	-1	1	43	42.5		42.5	
4	3	1	1	44	42.5	42.5		
3	4	-1	1	45	42.5		42.5	
3	4	-1	1	46	42.5		42.5	
4	3	1	1	47	42.5	42.5		
4	3	1	1	48	42.5	42.5		
5	4	1	1	49	42.5	42.5		
5	4	1	1	50	42.5	42.5		
5	4	1	1	51	42.5	42.5		
5	4	1	1	52	42.5	42.5		
3	5	-2	2	53	53		53	
Prueba:						Suma	680	223
						Promedio	715.5	
						Varianza	12760	
						D. Estándar	112.96	
						valor de z		-4.3599866
						Probabilidad de z		0.00001

ANEXO 6. Correlacion en Zanahoria.			
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1.0000		
Nota de entrada	0.0367	1.0000	
Nota de produccion	-0.0258	0.2231	1.0000
Coefficiente de correlación.			
No Observaciones	53.0000		
	<i>kg producto desecho</i>	<i>Nota de entrada</i>	<i>Nota de produccion</i>
kg producto desecho	1.0000		
Nota de entrada	0.7943	1.0000	
Nota de produccion	0.8547	0.1080	1.0000